Ordnance Knowledge

3

2012

兵器知识



专题 Topics

战略导弹

Strategic Missile

封面图片：越野的俄陆军T-80U

ISSN 1000-4912

邮发代号 2-278

定价 10元

www.zazhihui.cc

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

4.

The Kord 12.7mm 6P50-1 heavy machinegun [彩页编码 0352]

“科尔德”系列12.7毫米重机枪是由俄罗斯捷格佳廖夫设计局研制生产的，目前已装备俄陆军和内卫部队。图中的6P50-1是“科尔德”系列12.7毫米机枪中采用两脚架的步兵版本，导气式自动方式，枪机回转式闭锁。枪长1.98米，枪重32千克，发射12.7×108毫米枪弹，射速650~750发/分，枪口初速860米/秒，有效射程2 000米，采用50发弹链供弹。



5.



6.



2008年10月，RS-12M“白杨”公路机动型洲际导弹系统首次进驻俄罗斯圣彼得堡炮兵、工程兵和通信兵军事历史博物馆，成为博物馆永久展品之一。“白杨”是俄罗斯现役最先进的陆基洲际弹道导弹，采用多种制导方式，是一种三级固体燃料导弹。 [彩页编码 0355]



尔”反舰导弹，成功命中目标。“卡德尔”意为“强有力”。据伊朗法尔斯新闻社报道，伊朗国防部2011年9月为伊朗海军和伊斯兰革命卫队装备大量“卡德尔”导弹。国防官员当时描述，这一反舰导弹射程在200千米左右，发射时间短。

[彩页编码 0356]



9.



MK-47是美国MK-19的更新换代产品，采用枪管短后坐原理，闭膛待击，首发命中率高。它采用与MK-19相同的弹链，标准弹箱可携带32发或48发榴弹。三脚架采用的是T&E机械公司研制的MK-108轻型三脚架，可通过限位器把发射角度限定在一定区域内。最关键的部件是AN/PWG-1轻型视像瞄准具（Lightweight Video Sight——LVS），它能提供3倍的放大倍率和电视瞄准画面，再加上激光测距仪和弹道计算机组成火控系统，另外还有连接到热成像夜视仪上的接口供夜间使用。 [彩页编码 0357]



11.





伊朗海军877EKM“基洛”级潜艇“塔里克”号

Iran 877EKM Kilo class submarine [彩页编码 0358]

伊朗海军共有三艘“基洛”级潜艇，是该国水下作战力量的主力。“基洛”级潜艇是苏联/俄罗斯研制的常规柴油动力潜艇，静音性好。如果伊朗将“基洛”级潜艇配合其国产“卡迪尔”级微型潜艇使用，将是霍尔木兹海峡水下一支不可忽视的力量。







Mk46 Mod5A型鱼雷发射

MK 46 Mod 5A Exercise Torpedo

[彩页编码 0359]

2011年11月中旬举行的“卡瓦-卡伊”综合海上演习，包括实弹射击、攻击水面舰艇以及反潜演练等多个科目。图为“奥凯恩”号导弹驱逐舰发射Mk46 Mod5A型练习鱼雷。

EDITOR'S LETTER

卷首语

1月11日，在网络时尚看来，是一个仅次于11月11日“光棍节”的糟糕日子。单身男女，已经经历了上一个年头平安夜、圣诞节的残酷折磨，等待的，很快又是春节家中父母焦急的目光。不过从2007年开始，1月11日开始有了更具传奇色彩的含义。因为在2007年、2010年、2011年的这一天，中国的重大甚至战略级国防武器装备发展都取得了突破性的成就。就在军迷高喊“1月11日是我们节日”的时候，一些西方国家媒体也在揣测，中国在这一天会有什么惊讶带给世界。以至于国内有关人士明确澄清，我军新武器试验日期的选定，完全是依据武器研发本身的客观需要而定，并没有所谓的“1月11幸运日”。

中国脉动与美国攻略

China Pulse & U.S. Strategy



美国：200岁的心脏，50岁的思想？

不过从中国近年国产武器的发展速度来看，每年“1月11日”却似乎可成为一种周期性的“脉动”象征。这个象征，有助于我们总结在过去的一年中，有多少门槛被我们攻破，更使我们期待会有多少惊喜在前面等待。这个不断在军事爱好者心中闪动的日子，就恰如我们这个年轻的共和国脉搏，强劲而富有朝气。回首中国近现代历史的发展，真让我想去套用一句经典的广告台词：5000岁的思想、60岁的心脏。

相对于现代国家来说，60年的心脏无疑是年轻的。那些“老牌”资本主义强国，俨然也是200多岁的老人。在全球化推土机的改造面前，这些老人也开始看不清新世界的门道。尤其是中国这样的大国，人口众多、国土广大、思想沉淀悠久、文化源远流长，历经磨难最后却宛如涅磐重生。西方的学者往往把“中国”称作为“新兴”国家。不过，这更像是一种回归。中国的特点，决定了这种回归必然带来世界局势的重大改变。

但是老人总是习惯于用老办法解决问题。美国赶在1月11日之前，就抢先发布了题为《维持美国的全球领导地位：2 1世纪国防的优先任务》的新军事战略报告。无论这份“攻略”中，美国军方用了多少新手段来维持美国军事力量的全球超强，但是其核心思想与100年前西方经典地缘战略理论相比毫无变化。维持军力超强、遏制地区对手、盟友点面支援，这些大英帝国从前用烂的手法，依然是美国现在军政高官开出的“济世良方”。奥巴马老说要“change”，然而没有思想的积淀，是不会出现有意义的改变。美国是个有235年历史的国家，但它的思想有多远呢？我们也希望，美国能拥有与其国家历史相配的战略思想，而不是50岁的思想，200岁的心脏，这是会要命的。



创刊时间：1979年9月

主　　管：中国科学技术协会

主　　办：中国兵工学会

编辑出版：《兵器知识》杂志社

北京2431信箱/100089

编委会主任：马之庚

编委会常务副主任：王德臣

编　　委：（以姓氏笔划为序）

王旭东　王松岐　卞荣宣　冯益柏　乔天富
乔松楼　朱宝鎏　朱荣昌　孙乃祥　孙亚力
刘逢安　刘　铭　曲爱国　张召忠　张和之
杜文龙　李　杰　李文盛　李立方　吴苏琳
宋宜昌　陆文至　卓穗如　杨娟娟　周　莉
赵卫忠　赵小卓　赵秀兰　赵延成　郑　斌
郑　剑　郑　明　姜永伟　侯建军　唐　剑
凌　翔　梁学贵　葛立德　谭月东　谭　超

社　　长：邓少生

主　　编：瞿雁冰

发行部主任：刘繁敏

副 主 编：熊　伟

执行主编：秦　蓁

美术编辑：祝　翠　谢祎莎

编辑出版部：（010）68962715

bqzs@cn-bgxh.cn

发 行 部：（010）68962721

邮购咨询：（010）68962716

ggfxb@cn-bgxh.cn

广告招商：（010）68962723

法律顾问：北京市证泰律师事务所

赵曾海　王存斌

印　　刷：北京盛通印刷股份有限公司

总发行处：北京市报刊发行局

国外总发行：中国国际图书贸易总公司

国外代号：M380

邮发代号：2-278

广告经营许可证：京海工商广字第8183号

统一刊号：ISSN1000-4912

CN11-1470/TJ

定　　价：10.00元

破损杂志调换，请直接与印刷厂联络：北京经济技术开发区兴盛街11号　北京盛通印刷股份有限公司业务部

邮编：100176

电话：（010）67887676　　联系人：余成

本刊图片及文字未经有关之版权所有人书面批准，一概不得以任何形式、方法转载或使用。

本刊官方网络合作媒体

本刊首要网络合作伙伴

17.

目 录

2012年3期 总第334期
2012年3月1日出版

CONTENTS









旁观者

15 [德黑兰暗流]美以暗杀伊朗核专家 罗山爱

[专 题]

19 战略导弹的作战运用 汤志成 成 敏

23 海基核力量的优势 王继新

26 陆基核力量的优势 戴艳丽

30 我国核力量结构探讨 闻 成

34 如何判断一国是否在发展核武器 汤志成

读者点登

50 不能说没有使用双流传动，99坦克就不是第三代坦克 芦继兵

观察家

41 [“坎大哈怪兽”的“楚门世界”]美国RQ-170缘何坠落? 李文盛

54 美国空中优势公司 周玉果 张俊山

武器装备

38 [狮城瑞典新制造]“射手级”AIP潜艇 西盲早

45 [迷你“阿帕奇”]波音AH-6i武装直升机 温 杰

58 [“宙斯盾”兄弟]AN/SPQ-9B雷达 黄春宇

战史战例

61 [兴都库什上空的“狐蝠魅影”]苏联米格-25侦察机在阿富汗 萧 萧

特 稿

66 M88、汉阳造步枪与毛瑟的纠结(下) 马式曾 孙成智

知识园地

48 炮膛除油不可轻视! 杨英梅

72 [铁幕下的电子斗争①]山寨版雷达&发霉的干扰机 马 岩

四王府 争+鸣

70 坦克自动&手动变速 王 瑾

人物

75 一生丹心只许国 林儒生

口述历史

78 岩崖依旧西沙情 林儒生

5 彩图吧

12 THIS MONTH

82 车道沟10号

封 面 越野的俄陆军T-80U

封 二 俄罗斯12.7毫米“科尔德”机枪

封 三 美国空军实弹演习

封 底 法军NH90TTH战术运输直升机

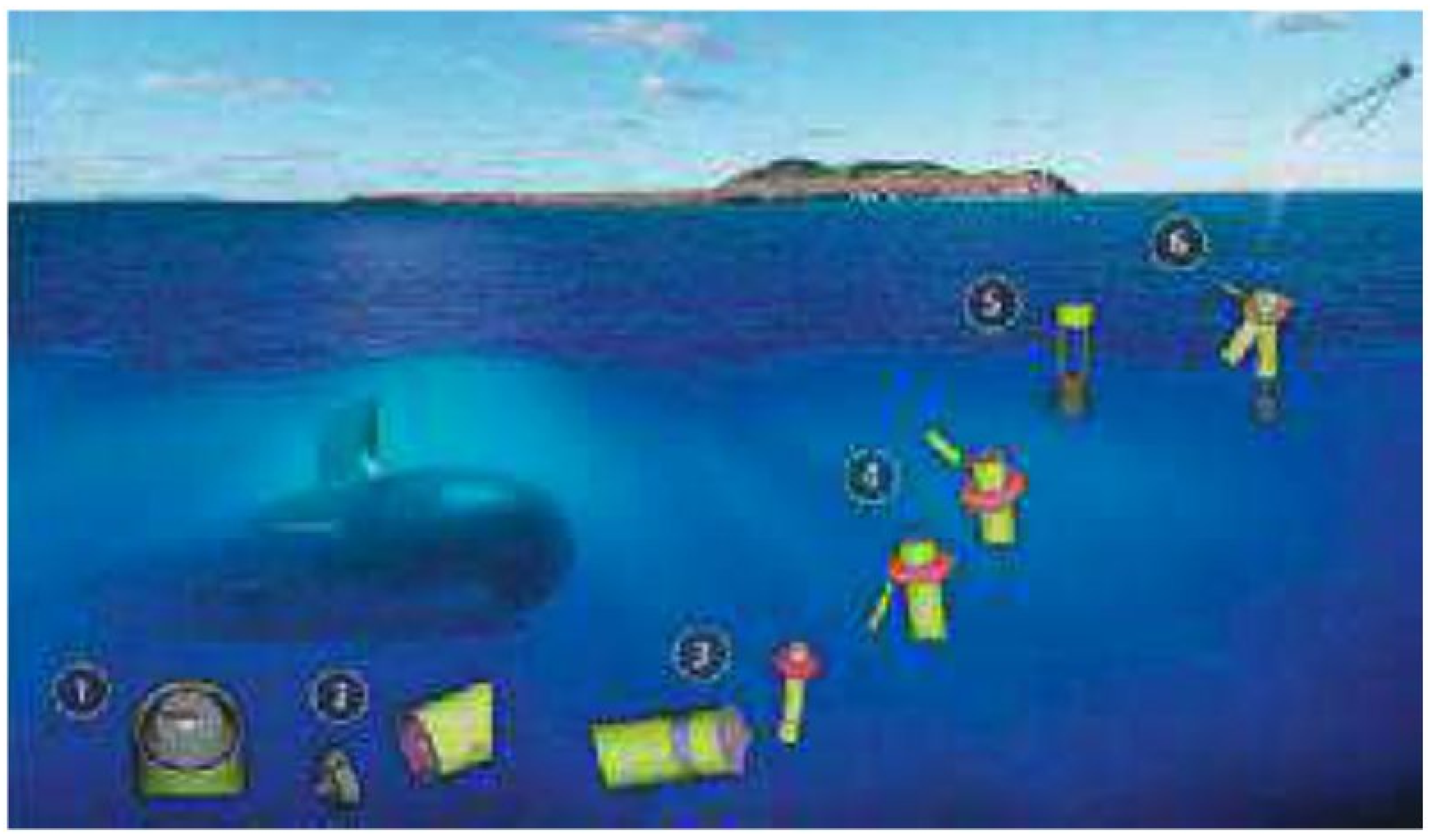
插页一 携带“海尔法”导弹的“捕食者”无人机

插页二 俄罗斯SVD狙击步枪

活 页 中国“飞豹”战机机载武器 摄影/汪汉宗

MONTH THIS 兵器新品廊

潜射无人机



美国海军正在开发可供潜艇使用的无人机及其配套的潜射载具(SLV),以提升濒海水域作战时的实时态势感知能力。平时,潜射载具和无人机在潜艇上一体化存放,使用时通过潜艇上的垃圾处理单元将其弹射到艇外。潜射载具首先通过自身配重下沉至安全距离,然后脱离配重并对浮筏进行充气。浮筏通过脉冲充气控制上浮速度。当其上浮至水面时,潜射载具展开浮锚以提供稳定性,并伸出风向标确定风向。然后发射筒倾斜至35°,弹射出无人机。目前,雷锡恩公司已经开展了大量工作。美国海军计划于2012年"环太平洋联合军事演习"(RIMPAC 2012)期间,从潜艇试射航空环境公司研制的"弹簧刀"一次性无人机。



无人直升机首次执行货运任务

2011年12月17日,北约驻阿富汗部队成功利用美国K-MAX无人直升机完成了世界首次无人直升机货运任务。在执行任务期间,K-MAX使用吊索装载了一定数量的武器弹药和战场急救用品。K-MAX无人直升机由卡曼航空公司制造,重约2.5吨,利用GPS导航,可携带重达3.5吨的物资连续飞行400千米,非常适合在阿富汗复杂的山区环境中使用。目前,北约部队零散分布在阿富汗山区,地面后勤补给线时常遭到袭击,而利用有人驾驶直升机空中补给也面临坠机的风险。美国海军陆战队计划在夜间使用K-MAX无人直升机执行后勤补给任务,并高空飞行,以避免遭受轻武器火力打击。

多用途步枪系统

多用途步枪系统(MPRS)由以色列军事工业公司研制,在2011年美国陆军协会年会上首次展出。该系统能够像美国XM25先进空爆武器系统(下图左上)一样发射空爆榴弹,但结构要简单许多。MPRS的光学瞄准具、激光测距机和处理器等作为整体集成在导轨上,侧面配有触摸屏,士兵可通过编程让榴弹在目标上空精确起爆。整套系统加4发40毫米榴弹的重量为6.7千克,比美国带4发弹匣的XM25先进空爆武器系统(6.35千克)略重,最大射程250米。目前,公司正对其进行测试,预计到2012年初做好正式部署的准备。



巨型钻地弹

2011年9月,美国空军全球打击司令部开始接收GBU-57/B巨型钻地弹,交付工作将一直持续到2013年。该弹由波音公司研制,重约13.6吨,长约6.2米,弹径约800毫米,内装约2 700千克炸药。它采用GPS/INS制导,飞行控制系统包括短翼展弹翼和4片栅格尾翼。其威力是现有BLU-109钻地弹的10倍以上,对强度34兆帕的钢筋混凝土的侵彻深度可达61米,对强度69兆帕的钢筋混凝土的侵彻深度为7.9米,对中等硬度岩层的侵彻深度为40米。世界上25%的地下深埋目标都难逃其打击。B-2的两个武器舱内可各携带一枚巨型钻地弹。美国研发和采购巨型钻地弹主要是针对伊朗。



新型防暴激光致眩器

SMU100肩扛式激光致眩器由英国光电安防系统公司研制,可发射闪烁式激光束,光束截面直径3米,能使500米外的目标暂时失明,作用距离远大于当前各国执法部门装备使用的催泪瓦斯和泰瑟枪。其单价约3.9万美元。在致眩器的照射下,人眼会产生类似于直视太阳后突然转向别处的强烈视觉效果,因而无法继续其攻击性行为。平民暴乱已成为当前各国执法部门面临的头痛问题之一,暴动发生时,常规的防暴手段对数量占绝对优势的人群来说基本无效。2011年夏季英国各地发生暴乱,导致多个地区沦为废墟。



洛马公司研究第六代战斗机

洛马公司鬼怪工厂对外披露了其第六代战斗机设计概念。从外形上看,第六代战斗机的机头与F-22相似,但采用了独特形状的翼面以及大角度外倾尾翼,旨在追求速度和敏捷性,进而确保在性能方面具有重大突破。与现役战斗机相比,第六代战斗机的速度明显提高,并且具有更大的航程,还具备自修复结构、宽带隐身等特点,因此需要在推进、材料、武器等技术领域取得突破。尽管美国空军还没有承诺制订第六代战斗机发展规划,但实际上相关工作已经启动。2010年11月,美国空军空中作战司令部已经向工业界发出了方案征询书,征集有关第六代战斗机的构思、技术和性能等信息。



阿富汗空军将装备A-29超级“巨嘴鸟”



2011年12月30日，美国空军宣布，已选定巴航工业安防公司生产的A-29超级“巨嘴鸟”飞机作为轻型空中支援飞机项目的机型。2010年10月，他们对外发布招标合同，计划采购35架轻型空中支援飞机，其中20架免费提供给阿富汗空军，15架自己使用。A-29超级“巨嘴鸟”是专为执行反暴乱任务研发的，目前已有超过150架装备5个国家空军，累计飞行时数超过130 000，其中18 000多为战斗飞行，而且未发生过任何作战损失。美国内华达山脉股份公司将作为主承包商与巴航工业安防公司合作，为阿富汗空军提供上述飞机，用于执行飞行培训、空中侦察和轻型空中支援等任务。

泰国采购反水雷无人潜航器

泰国皇家海军决定采购德国阿特拉斯电子有限公司的“海狐”反水雷无人潜航器，提升其猎雷能力。根据合同，阿特拉斯电子有限公司将提供3套机动式“海狐”无人潜航器控制系统及相同数量的用于检查和训练的“海狐”I无人潜航器，并先提供少量的用于处理水雷的“海狐”C无人潜航器。后者为采用光纤制导的一次性扫雷无人潜航器，能半自动处理水下水雷和其它武器，可通过集成的自导声呐在数分钟内对水下目标位置进行再确认。精确定位之后，“海狐”C通过摄像机进行识别，并通过内置的大口径聚能破甲弹摧毁目标。装备机动式“海狐”无人潜航器控制系统后，“海狐”可以从任何类型的舰艇上部署使用，如专用扫雷艇、作战舰船、橡皮艇，甚至直升机，并且无需对舰船进行改装。



泰国“加米”号近岸巡逻舰下水

2011年12月2日，泰国海军国产OPV551“加米”号近岸巡逻舰在玛希敦·阿杜亚迪吉海军造船厂下水。其设计基于英国皇家海军现役“江河”级近岸巡逻舰，长90.5米，宽13.5米，吃水3.5米，标准排水量1 970吨，满载排水量2 540吨。动力装置为两台德国曼公司的16RK280柴油机，最高航速23节，续航力3 500千米。舰上可搭载直升机，武器系统包括1门意大利奥托·梅莱拉公司的76毫米舰炮和2门30毫米机关炮。2009年，泰国皇家海军与英国BAE系统公司签订合同，后者向玛希敦·阿杜亚迪吉海军造船厂转让相关技术。



韩国接收第二架预警机

2011年12月13日，波音公司向韩国空军交付了第二架“和平之眼”预警机，移交给金海空军基地。“和平之眼”搭载有诺斯罗普·格鲁曼公司的多波段多功能电子扫描(MESA)雷达，能360°全方位扫描探测，同时监视1 000多个空中飞行目标，探测距离370千米。如果单方向集中扫描，探测距离可增加到500千米。2006年，韩国空军与美国波音公司签订合同引进4架，首架已于2011年8月交付，剩余两架定于2012年交付。与首架飞机不同的是，这第二架预警机由韩国宇航工业公司组装。



印度首艘国产航母出坞



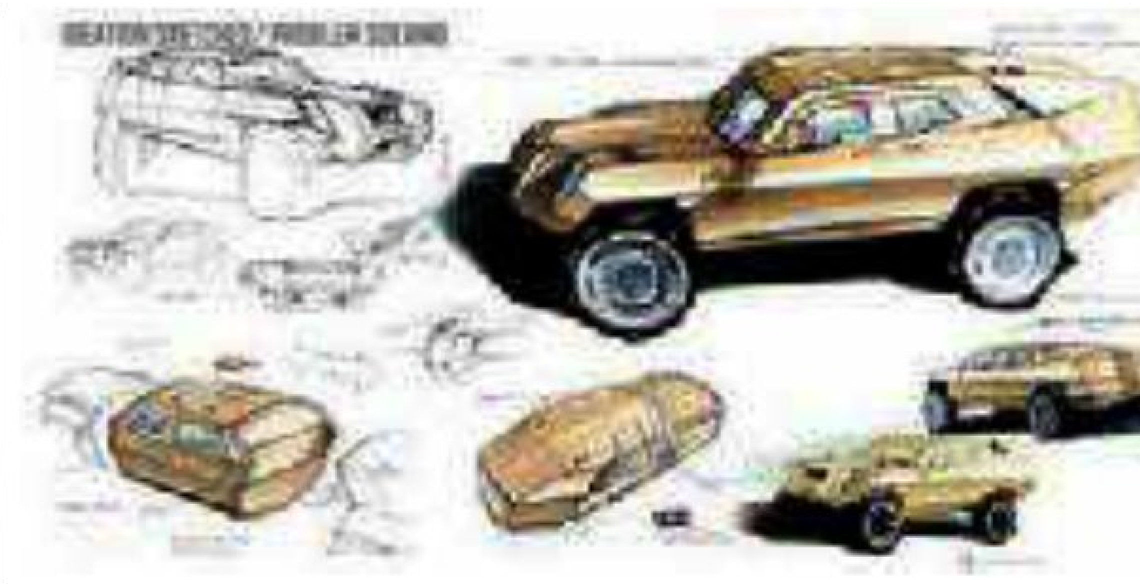
2011年12月29日，“维克兰特”号在科钦船厂出坞下水，目的是为其它工程腾出干船坞。2012年下半年，该航母将再次回到干船坞，安装齿轮箱、发电机等设备。现在“维克兰特”号总重14 000吨，正进行内部舾装，包括铺设管路。“维克兰特”号造价约6.6亿美元，满载排水量4万吨，长260米，宽60米。它有2条约200米长的跑道，一条为专供起飞的滑跃式，另一条装备有3条拦阻索。该航母最多可搭载30架舰载机，其中17架可存放在机库内。印度称“维克兰特”号将在2014年开始服役，但根据当前进度看，上述目标显然无法实现。

印尼订购韩国潜艇

韩国国防部2011年12月21日证实，印度尼西亚海军向大宇造船海洋公司订购了3艘“张保皋”级常规潜艇，并获得相关技术的转让，合同总价值1.3万亿韩元(约合11亿美元)。“张保皋”级排水量1 400吨，全长61.3米，艇员40人，装备8具鱼雷发射管，可以发射导弹。前两艘潜艇将在韩国建造，第三艘将在印尼国有造船厂建造。3艘潜艇定于2020年前装备印度尼西亚海军。2011年7月，印度尼西亚向全球招标采购三艘潜艇，法、德、俄罗斯等国潜艇制造企业均参与了投标。2011年9月，韩国国防部长官金宽镇访问印尼时帮忙游说，使大宇造船最终中标。





美国节能演示车

美国陆军拥有世界规模最大的地面车队，巨大的燃油消耗导致后勤负担加重。为此，陆军坦克-机动车辆研发与工程中心于2009年启动了节能演示车项目，目前已经开发出两种节能演示车，“阿尔法”（FED Alpha）和“布拉沃”（FED Bravo）。

“阿尔法”（上图左）由里卡多公司牵头设计，陆军坦克-机动车辆研发与工程中心相关工程师参与设计。它采取的节能措施包括：使用固特异公司的22.5英寸低滚动阻力轮胎，并尽可能减小轮胎和路面间以热量形式排出的能量；康明斯公司的147千瓦4.5升四缸超高涡轮增压柴油机；美国铝业防务公司的轻质铝硬壳式装甲驾驶室，带车底防爆板；低摩擦性能铝质刹车卡钳；使用再铸模各向同性超精研装置，减小摩擦和振动并改善换挡品质；德国大陆特维斯公司加速力反馈踏板，提示驾驶员加速车辆以获得最佳效率；碳纤维面板，减重和提高硬度。使用低滚动阻力轮胎后，车辆每加仑英里数可提高约7%。如果陆军为全部战术车安装这种轮胎，一年可节省4 500万美元。预计在执行城市巡逻任务时，“阿尔法”可将油耗从百公里58.82升降到32.89升。

“布拉沃”（上图右）由陆军坦克-机动车辆研发与工程中心牵头研发，在研发过程中集思广益，并直接与美国创意研究学院的学生一起探讨新的方案，评估演示各子系统可以使用的技术。其最大特点是采用了新兴的混合电传动系统。

美国军方预计，如果综合优化应用节能轮胎、轻量化底盘和部件、低摩擦力零件等技术，并使用系统工程方法综合应用上述措施，战术轮式车的燃油经济性至少可以提高70%。

THIS MONTH 它世界



单兵无人机侦察系统

挪威PD-100“黑黄蜂”无人机由普劳克斯动力公司研制，包括摄像机在内仅重15克，可装于衣袋内。它作战准备时间短，能在1分钟内起飞。最大飞行速度10米/秒，续航时间30分钟。数据链的视距通信距离1 000米。采用GPS导航或视觉导航，自动驾驶仪有自主和引导两种模式。机上有平摆/倾斜摄像机，能提供实时视频和快照图像，具备盘旋凝视和自动搜索模式。整套系统由1架无人机和1台控制站组成，总重不到1千克，外形尺寸20厘米×15厘米×5厘米。

俄罗斯波罗的海舰队刚接收了首批2套“梨树”无人机，每套系统包括1个地面控制站和8架无人机。“梨树”无人机翼展不超过1米，可携带超过2千克的载荷；装有两部摄像机，可探测到500米外的人形目标；利用导航卫星定位，操控人员可借助控制站计算机规划其飞行路径。波罗的海舰队高层表示，首批无人机将装备海军陆战队和波罗的海舰队岸基部队的摩托化步兵，未来将装备整个海军舰队。

英国iSTART小型无人机由蓝熊系统公司研制，设计简洁，操作使用方便。机翼可拆下存储运输，使用时临时快速装配，翼展仅750毫米。电动机推进，续航时间40分钟。整套系统包括无人机、地面控制站等设备，都装在小型背包内，操作员一人携带。该机可配装多种有效载荷，如光电或红外摄像机。



这种单兵携带的小型，甚至微型无人机系统，正迅速装备多国陆战部队。其实看一看我们周围的很多民品，就很容易理解这种发展：一个小手机上就足以容纳千万像素的照相机、高清摄像头，还能通过蓝牙、网络把数据传回家。再看看右边的遥控直升机，比挪威“黑黄蜂”大不了多少。这还是5年前的产品，现在你随便去玩具店里逛逛，百十块钱就能买那么一个。有这样的民用基础，为陆军小分队大批配备一些具备照相、摄像侦察功能的小型无人机，应该不算很难，但意义非常重大。从孙子的“知己知彼”，到麦克纳马拉的“战争迷雾”，军事家、指挥官们最看重的就是如何看清自己所处的战场。我国在这方面急需努力。







[文章编码 0301]

“德黑兰暗流”美以暗杀伊朗核专家

主持人/东　翼　　观察家/罗山爱



▶伊朗核学家鲁珊遇害现场。严格说来，伊朗对军工专家的保护并不到位，使暗杀者有机可乘

2012年1月11日早晨8时20分，伊朗首都德黑兰街头跟平常没什么两样，正要去上班的伊朗纳坦兹铀浓缩工厂的业务副主任穆斯塔法·艾哈迈迪·鲁珊坐在自己的标致405专车里，正和司机闲聊着什么。忽然，一辆双人摩托车在古尔纳比大街的拐弯处飞快地靠近鲁珊的汽车。驾车人戴着头盔，超车到前方后，转过头来朝汽车看了几眼，似乎在辨认什么，然后将一件东西抛向轿车。这东西似乎有磁性，立刻吸附在轿车右前门上，很快“轰”地一声，汽车爆炸了。滚滚浓烟中，行人尖叫着四处逃散，鲁珊的车被炸得面目全非，他本人和司机当场丧生。这已经是两年来第五起伊朗核领域专家遇害事件，紧张、悲伤、愤怒弥漫在德黑兰上空……

尽管美国和以色列针对伊朗军事体系特别是核设施的武装进攻尚未开始，但一场围绕伊朗核及军事科技专家的“秘密战争”却早已上演。鲁珊遇害的第二天（即1月12日）恰恰是2010年伊朗核科学家、德黑兰大学物理学教授阿里·穆罕默迪遇刺两周年的忌日。袭击策划者显然是想用这种方式警告伊朗：“如果不停止核活动，伊朗核科学家将被斩尽杀绝！”

IAEA要为暗杀负责？

据伊朗学生通讯社报道，炸死鲁珊的爆炸物威力巨大，以至于汽车残骸严重变形，警察无法将死者尸体从车中移出，只得动用吊车连人带车一同拖离现场，很显然袭击者务求置鲁珊于死地。鲁珊生于1979年，1998~2002年就读于伊朗著名的沙里夫工业大学化学工程系，在校期间曾任该校民兵组织‘巴斯基’的负责人。鲁珊在校期间品学兼优，曾参与该校多聚体膜气体分离技术的研究，而他后来所从事的纳坦兹铀浓缩工厂项目也涉及这项技术。伊朗半官方的法尔斯通讯社指出，仅仅在鲁珊遇害前几天，伊朗刚刚宣布开始新一轮铀浓缩活动。

就在爆炸案发生后不久，伊朗外交部发言人麦赫曼·帕拉斯特指出，从手法上看，这次暗杀同前几次十分相似，其使用的磁性炸弹之前也被多次用到。他还严厉谴责国际原子能机构（IAEA），认为该机构将伊朗为其提供的核科学家名单透露给“伊朗的敌人”，IAEA要为这些被暗杀的科学家负责。但伊朗议会国家安全和外交事务委员会副主任易卜拉希米也不得不承认，虽然目前伊朗科学家被严密保护，但是“伊朗之敌”使用磁性炸弹的确令人防不胜防，像鲁珊遇袭的古尔纳比大街是他每天上班的必经之路，行人众多，袭击者选择在此处下手也相对比较容易。

伊朗第一副总统穆罕默德·礼萨·拉希米公开谴责这起袭击是由美国和犹太复国主义（以色列）策划的，“这不是个人行为，应该有一个强大的组织在幕后支持”。伊朗媒体普遍认为，大多数伊朗人都知道拉希米所指的“强大组织”无外乎美国中央情报局和以色列情报机构摩萨德，其中摩萨德嫌疑最大。伊朗资深媒体人礼萨·拉瓦米指出，以色列一直和美国紧盯着伊朗的核计划，不过由于他们现在还不便对伊朗发起大规模战争，“定点清除”核科学家就成为延滞伊朗核计划的主要手段。美国私人情报公司斯特拉福的高级分析员巴哈拉也强调，在以色列的计划中，多位伊朗重要核科学家都被列为暗杀目标。华盛顿近东政策研究所副主任、高级研究员克罗森博士也称：“以色列最便捷的手段就是消灭伊朗科学家。”不过，以色列政府发言人对暗杀事件“不作任何评价”。

也有不少伊朗人认为这件事与美国有关，因为中情局多位官员不久前曾说过，外交手段不足以阻止伊朗发展核武器，需要由“情报机关牵头，对伊朗采取行动”，“使其研制工作更难进行”。就凭这几句话，炸弹一响，伊朗人马上让中情局“对号入座”了。就在上个月，因暗杀伊朗核物理学家马苏德·阿里·穆罕默迪而遭逮捕的凶手在一家德黑兰电视台公开亮相，承认自己受美国中情局和以色列摩萨德的雇佣，强调以色列为每一名参与伊朗核武器计划的专家开出“暗杀赏格”，这实际上只是美以针对伊朗的秘密战争一部分。

“罗生门”

这些年，伊朗核科学家遭绑架或暗杀也并不是什么新闻，每到伊朗核问题升级的时候，一系列充满“罗生门”色彩的袭击和“事故”都让伊朗政府和武装力量饱受打击。伊朗外长穆塔基曾向联合国秘书长潘基文提交了一份正式申诉，称仅在2008~2010年，美国、以色列等国不择手段，至少使13名伊朗核科学家“神秘失踪”。尽管伊朗方面也采取不少措施保护核科学家，但对手在暗处，而且十分强大，这常常让伊朗当局无计可施。

2007年1月15日，44岁的伊朗核科学家哈桑普尔死于煤气中毒。他曾于2004年获得伊朗军事研究最高奖，2006年还获得伊朗“哈拉兹米”国际科学节大奖。当时正值冬季，天气寒冷，哈桑普尔家门窗紧闭，用煤气取暖器取暖，发生煤气中毒也不奇怪。但美国情报专家巴拉宣称，美国掌握“非常可靠的情报”，证明以色列摩萨德暗杀了哈桑普尔。伊朗方面一度认为哈桑普尔是意外身亡，但后来也

表示以色列特工谋害了他。2010年1月，德黑兰大学的核物理学家马苏德·阿里·穆罕默迪又在自家门口遭摩托车炸弹袭击身亡。凶手手法干净利落，一次得手并迅速逃逸。分析称，暗杀经过了长时间的谋划，是摩萨德一贯的手法。

而在去年11月11日（星期六）中午12时50分许，一场神秘的大爆炸几乎让德黑兰市民以为发生了地震，原来地处德黑兰以北约45公里的穆拉尔德军火库发生爆炸，并连锁引发附近一座化工厂也发生爆炸。伊朗国内支持改革派的“绿色呐喊”网站称，爆炸中的死者几乎全是伊朗革命卫队导弹乃至核研究领域的精英，上百具尸体被炸成碎片，根本无法分辨。其中革命卫队工业研究与自给自足圣战部部长哈桑·德黑兰尼·穆卡达姆准将堪称伊朗导弹及核开发事业的奠基人，革命卫队炮兵就是穆卡达姆在两伊战争中一手创建的。与穆卡达姆同时遇难的还有国防部下属的马利克·阿什塔尔工业大学物理系教授阿里·阿斯卡尔·曼苏里安，他也是在IAEA于去年底发表的《伊朗核设施调查报告》中“挂了号”的“关键人物”。

当时伊朗ARABIYA电视台援引一位不愿透露姓名的消息人士的话称，穆拉尔德军火库主要存放“泥石”2和“流星”3导弹部件，其中射程达2 000千米，可打击以色列全境的“泥石”2不需要专门的发射架，因此开火更为迅速和容易，而该导弹被美国和以色列视为可携带核弹头的“致命武器”，屡屡扬言要将其“铲除”。2007年流亡欧洲的前伊朗革命卫队军官阿里·礼萨·阿斯加里相信，美以特工是这起事故的元凶，“我在国内的消息来源说得很清楚，爆炸一经发生，革命卫队就对现场进行严密现场封锁，不但禁止非革命卫队救护车辆进入现场，连那些已经住进民营医院的伤者也被连夜转移到革命卫队管辖的军事医院里，并一度与外界失去联系……通过判读伊朗电视台公布的事故现场画面，爆炸产生的烟雾呈白色圆锥状，这同普通弹药爆炸产生的深灰色烟雾完全不同，而且现场抢救人员都穿上防辐射服，这无疑证明革命卫队的‘绝密资产’遭到暗算。”仅仅过了几周，11月28日下午2点40分，伊朗第三大城市伊斯法罕又传出爆炸声，据说地点离当地铀转换工厂仅咫尺之遥，该厂负责将黄饼加工成六氟化铀气体，并被送到纳坦兹和圣城库姆的核设施内。英国《泰晤士报》记者曾就此采访以色列政府人士，得到的回答是：“爆炸毫无疑问发生了，这不是意外。”

有意思的是，伊朗任何一项战略武器出现重大进展，类似的“悲剧”就会迅速发生。2010年8月22日（清真历1387年5月31日）是伊朗的“国防工业日”，伊朗总统内贾德和国防部长瓦希迪共同在马利克·阿什塔尔工业大学揭开了国产最新式“卡拉尔”（Karrar）无人喷气轰炸机的面纱。该机以国产TR-160“黎明”4型（TR-160 Toloue-4）袖珍涡喷发动机为动力，巡航速度达700~800千米/小时，实用升限7 600米，最大航程1 000千米，既可在防空演习中模拟巡航导弹、战斗机，又可进行远程雷达干扰和战略侦察，甚至能充当巡航导弹使用，能够携带核生化等大规模杀伤性弹头（WMD）子母弹投放器。

但就在“卡拉尔”公开的前几天，伊朗军用无人机之父、同时也是“卡拉尔”项目带头人之一的礼萨·巴鲁尼却死于一场离奇的爆炸中。爆炸发生在巴鲁尼位于伊朗西部胡齐斯坦省的别墅里，那里得到伊朗军方的严密保护。据刑事专家的现场勘察，凶手在巴鲁尼的住所内部安放了至少三颗大威力炸弹，引爆后，整块天花板就压在巴鲁尼所睡的床上，根本没有逃生的可能。巴鲁尼的公开身份是退役陆军少校，早年白手起家，创建了伊朗军用无人机工业并培养相关人才。伊朗情报部门怀疑，是美国和以色列情报人员制造了这起命案，目的是使伊朗雄心勃勃的尖端无人机开发项目束之高阁。

“延迟、延迟再延迟”

美国学者鲁本·伯格曼在其《以色列与伊朗的秘密战争》一书中称：“过去数年间，伊朗的铀浓缩计划被一系列显而易见的灾难事件推迟了：伊朗核科学家的消失，运载与伊朗核计划有关货物的两架飞机坠毁，两个实验室突然起火。此外伊朗流亡反对派对计划细节情报的披露使伊朗陷入窘境，并且IAEA加大对伊朗核设施的检查力度。”2009年7月，伊朗纳坦兹铀浓缩工厂曾发生严重核事故，导致浓缩铀产量离奇下跌，此事还令俄罗斯帮助伊朗建造的布什尔核电站计划再次推迟。

英国《每日电讯报》指出，美国总统奥巴马上台后，一度主张与伊朗对话，以色列意识到直接军事打击伊朗的“时间窗口”越来越小。2010年3月初，就在摩萨德暗杀了巴勒斯坦哈马斯领袖马巴胡赫后不久，在以色列访问的美国副总统拜登就严厉警告以色列：“不要设想对伊朗的核设施进行军事打击，否则后果不堪设想。”来不了明的，只能来阴的，于是以色列转而寻求对伊朗发动一

对于核科学家及军事专家不断遭遇“离奇死亡”，伊朗总统内贾德愤怒地说：“有朝一日，伊朗一定会复仇！敌人就等着听我们的炮火轰鸣吧！”他的副手萨利希也警告称：“我们的忍耐是有限度的。如果有一天它用完了，我们的敌人将不得不面对可怕的后果。”并说：“袭击不会撼动伊朗人追随逝去的核专家的决心。”


▷内贾德参加“卡拉尔”无人机揭幕典礼。就在该机公开前几天，该项目带头人之一巴鲁尼却被暗杀了

场包括暗杀、渗透、谍报等在内的“秘密战争”。这场‘秘密战争’的目的在于延缓乃至干扰伊朗核计划，避免因正面冲突引发战争风险。一名前美国中央情报局官员认为中情局实际也在干同样的事，他评论道：“干扰就是为了延迟核计划进程……延迟、延迟再延迟，直至找到其它解决办法。”分析人士认为，这其实是以色列的缓兵之计，先用暗杀、渗透、谍报等手段迟滞伊朗核计划，直到想到办法来粉碎伊朗的战争机器。美国战略预测公司分析说：“在美国的暗中帮助下，以色列秘密行动主要集中于清除伊朗核计划关键人物和破坏核计划供给链。”



▼伊朗阿拉克重水生产厂

自2003年推翻了伊拉克萨达姆政权后，美国和以色列都获得了就近监视伊朗的大好阵地，但得以强化的对伊情报资源只存在于非人工情报，即通过高科技手段获取的通信情报、电子情报、图像情报、信号情报、网络情报等，以传统间谍手段获取的人工情报仍乏善可陈。美国《大西洋月刊》专栏作家赫什指出，人工情报是对一系列非人工情报的“再确认”，其重要地位是无法被任何物理技术手段所取代的。美国及其盟友以色列恰恰缺乏来自伊朗内部的人工情报。据美国《历史》杂志透露，早在1995年，美以在伊朗德黑兰的间谍网被破获，为美以卖命的50多名间谍被俘或被杀，导致美以在伊朗内部的情报网至今仍难以恢复。直到今天，美以要获取伊朗机密核情报，只能依靠一个流亡伊拉克，以推翻伊朗政府为主要目标的神秘组织——“人民圣战者”(MEK)。该组织早年以反美为己任，但在神职力量1979年垄断伊朗政权后，便与之反目成仇。他们长年以伊拉克为基地，破坏伊朗革命卫队的军营和其它设施。伊朗官方曾多次指责，MEK在美以情报机关帮助下，从事一系列针对伊朗核及军事专家的身份确认与袭击策划活动。

伊朗接二连三爆出核专家死于非命的新闻，暴露出这个国家安全保护体制的薄弱。原本被认为密不透风的伊朗社会，在以色列和美国情报界的双重攻击下已经开始被逐渐攻克。既然以色列人能暗杀顶级的核科学家，那么理论上他们也有能力对伊朗政治人物构成威胁，进而影响伊朗的政治进程。

目前有确凿证据的MEK与美以的情报合作案例，莫过于2007年2月策动原伊朗革命卫队高级军官阿里·礼萨·阿斯加里叛逃事件。此人曾在20世纪80年代担任过真主党的军事顾问，90年代中期当过伊朗国防部副部长，是个地位显赫的大人物。但当2005年内贾德上台后，阿斯加里因早年惩办过几名内贾德的亲信，在革命卫队里日渐失势，而且感到生命安全受到威胁，所以暗中联系MEK，并最终通过美以特工的帮助，在赴土耳其旅游途中叛逃。阿斯加里简直是个数据库，许多有关伊朗核计划的内容被泄露出来。利用他的指认，美以情报机关首次形成一个伊朗核开发及军事研究的“人事数据库”，它会对伊朗核与军事科学家进行排序，越是接近核心技术的科学家，上死亡黑名单的风险就越大。

仍缺乏“5W”指标情报

种种迹象看，为了应对以色列情报机构的挑战，伊朗情报和安全部门也在酝酿新的动作。

据流亡欧洲的前伊朗国防顾问阿米里拉·阿萨尔介绍，伊朗确实从1988年开始实施一项核武器开发计划，并由革命卫队负责。这种安排有许多好处。一是革命卫队既可以获得伊朗官方民用核能机构的最新核技术，又同时不必与别人分享自己的研究成果。二是革命卫队掌握着导弹部队，如果核弹头研制成功，两者结合就能够使革命卫队成为伊朗最强大的军事组织。阿萨尔曾在1987年和1988年两次被时任革命卫队司令默森·雷泽接见，被要求帮助研发核爆炸装置的“中子开关”。阿萨尔还说出两次与默森·雷泽见面的地点及当时在场的其他伊朗科学家的名字。目前，阿萨尔流亡在欧洲某国。此外在2003年，伊朗革命卫队成立战略中心，负责人是伊斯马伊·阿赫马迪·莫加达姆准将，任务是将伊朗国内顶尖科学家集中起来，为革命卫队开展军事战略和指挥机构升级的相关研究。该中心的权力极大，可以接触到伊朗国家的全部资源，并能在战时绝对控制伊朗全部的常规和核武装力量。


但据英国《每日电讯报》报道，伊朗发展核武器的最高机构在2006年进行过重组，新的代号是“27号地下室”(Zirzamin 27，27代表伊朗伊斯兰革命胜利27周年)，目标是将伊朗的铀浓缩达到军用标准，但伊朗从未向联合国检察人员承认过这个机构。IAEA和美国均不知道“27号地下室”项目的具体位置，只知道它处在极度机密的军事研究场所中，在伊朗现代国防备战与科技中心的负责人默森·法利扎德的指导下，以及革命卫队监督下进行的。据以色列情报机关摩萨德报告，在“27号地下室”工作的科学家进出大楼都要穿标准军装，让人感觉他们是参加正式军事活动，只有进入大楼后，才可以换上防护服。为了确保没有被指控的放射性材料粒子溢出，他们还特别安装了专门的通风系统。然而，上述情报都充满了摸棱两可的不确定性，美国和以色列迫切需要“满足‘5W’指标(是谁，是什么地方，是什么时间，是什么内容，是什么原因)的具体信息”，可是美以至今仍然对此徒唤奈何。

杂志惠 www.zazhihui.cc

专题 Topics

战略导弹 Strategic Missile

策划：2+2工作室
撰文：汤志成 成敏 王继新 戴艳丽 闻成
编辑：吴锴
美术：祝翠



应该说，核力量三位一体的形式各有千秋。陆基导弹反应快、精度高，因为其发射所需的地理信息和目标参数有充分的准备时间，可以测量得相对精确，因此主要打击硬点目标。潜射导弹由于大地测量精度低，打击精度难以提高，但是隐蔽性强，可前出到敌国附近，因此一般是第二次打击力量的主体，并由于其可出敌不意地从多个方向对敌国实施打击，因此一般用于打击面目标或对敌地面机动核导弹实施弹幕式覆盖打击。当然，这一情况已随着制导技术的发展有所变化。战略轰炸机的优势是具有“召回能力”，这在遭遇“虚警”或决策机构改变攻击意图时至关重要。

采用何种结构模式，取决于一国战略、经济、技术和地理环境等因素，这也是个永恒的话题。

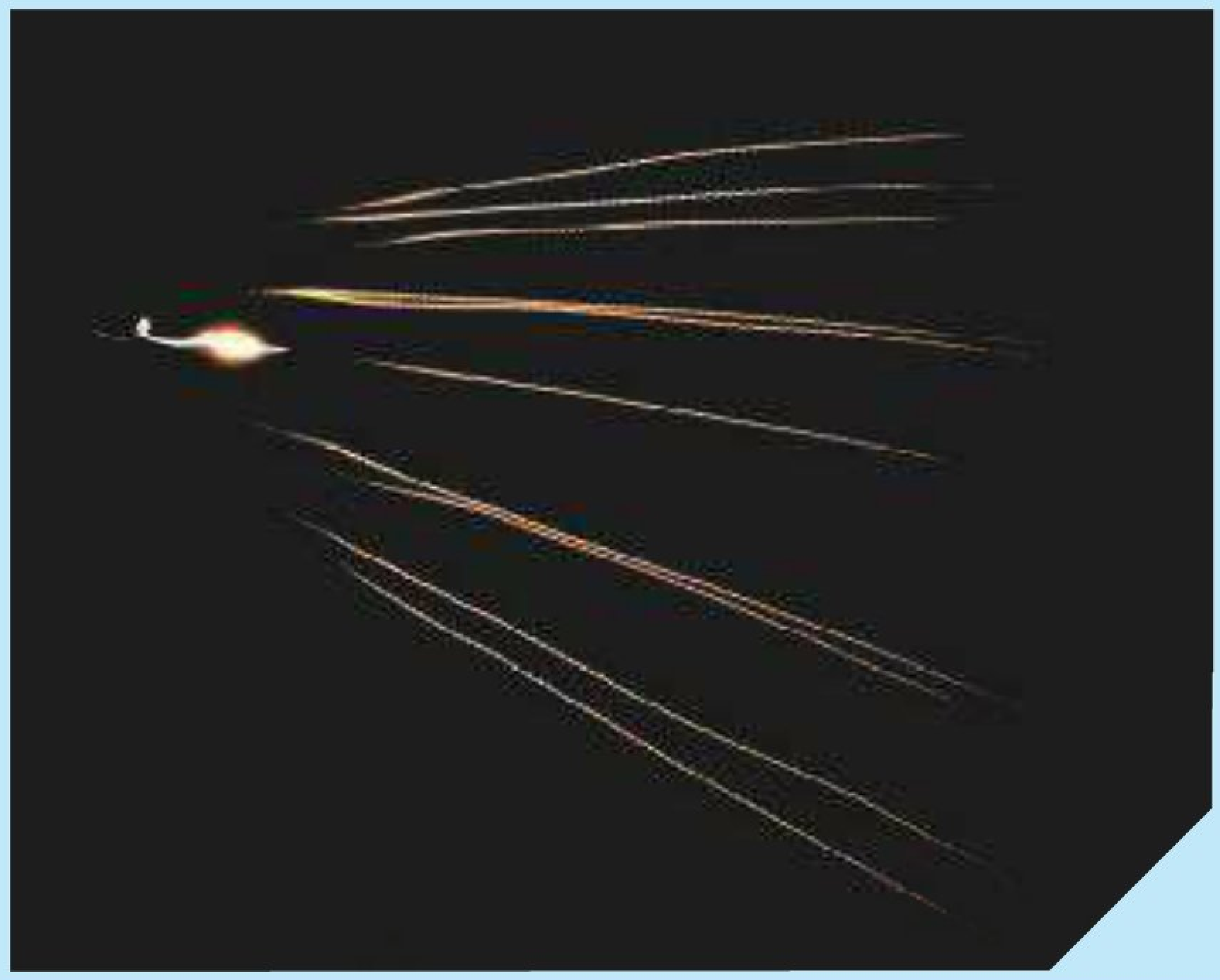
背景图：美国早期的“大力神”战略导弹发射

25.

战略导弹的作战运用

文/汤志成　成敏

[文章编码 0302]



▼"和平卫士"上的10枚MK21分导式弹头分开打击目标的飞行轨迹

目前世界上的战略弹道导弹主要集中在美俄手中。然而，即便是美俄，若完成2010年4月在捷克首都布拉格签署的《美俄关于进一步削减与限制进攻性战略武器措施条约》规定的内容，则两国各自部署的陆基洲际弹道导弹、潜射弹道导弹及战略轰炸机至多700件，虽然仍有削减的余地，但与冷战时期相比，数量确实不算多。因此，一旦使用，就应尽可能做到打得出，突得进，毁得了。

打得出

汤：在一般人看来，对战略弹道导弹而言，"打得出"似乎不成问题：美国的"三叉戟"2D5潜地弹道导弹曾创造在1989年~2009年21年间连续130次发射零失败的纪录。

成：2011年3月，美国海军从"俄亥俄"级弹道导弹潜艇"内华达"号上成功试射"三叉戟"2D5导弹，科研人员对整个发射过程中潜艇和导弹的情况进行了跟踪，验证了潜艇战略武器系统的作战性能。此次试验是自1989年12月以来，美国海军连续第135次成功完成潜射弹道导弹试验。

汤：苏联在按《美苏中导条约》销毁全部654枚SS-20时，有72枚是以发射方式销毁的。而令苏联人倍感痛心的是，这72枚导弹全都发射成功。

但也应该看到，这些所谓成功的发射，都是在和平时期完成的，并不能完全反映出战时的场景。毕竟，在敌对双方高强度对抗的战场环境条件下，在毁弹于井、毁弹于车、毁弹于艇成为剥夺对方核进攻能力最佳选择的情况下，处于劣势的一方要想有条不紊、从容不迫地进行战略弹道导弹的技术准备、发射准备并使其顺利升空都是极为奢侈之事。换言之，"打得出"有时是一个并不算低的要求，尤其是对于奉行在任何时候、任何情况下都不首先使用核武器政策的中国而言，依恃的是第二次打击能力，是在躲过敌方首轮核袭击之后的核反击，因而"打得出"更是一个十分苛刻的要求。

在5个"合法的"核国家中，除中国始终坚持不首先使用核武器的政策外，苏联曾于1982年首次宣布"承担不首先使用核武器的义务"，而后又公开承诺不首先使用核武器。但作为苏联核遗产的继承者，俄罗斯在1993年11月公布的《俄联邦军事学说基本原则》中，却放弃了不首先使用核武器的承诺，并强调了先敌使用核武器的可能性。

在不首先使用核武器的前提下，对于战略弹道导弹的使用，无非是采取俄军提出的战略导弹兵的3种使用方式：迎击、还击–迎击和还击。所谓迎击，是在确认敌方已开始实施核袭击后，几乎与敌方同时发射导弹；所谓还击–迎击，是指在敌方开始核袭击，但其核导弹尚未击中目标（战略弹道导弹阵地、战略弹道导弹运载工具等）时，向敌方发射导弹；所谓还击，是指敌核导弹已经击中己方目标后向敌方发射导弹。其中，迎击、还击–迎击与美国的"接到预警后发射"有异曲同工之妙，至于还击，则基本等同于中国的"核反击"。

很显然，要使战略弹道导弹"打得出"，采取先发制人的打击，无疑是最佳选择；而对于不首先使用核武器的一方，无论是采用哪一种方式，都存在这样或那样的问题。核迎击可将敌核突击所造成的损失减至最小，但核迎击依据的是敌实施核突击的间接征候，而不是敌开始核袭击的既成事实，难免会对敌方的行动和意图做出错误的判断。核还击–迎击可使防御一方的战略弹道导弹免遭敌毁伤并以此使进攻一方丧失首先突击的优势，但其给战略导弹部队的指挥信息系统提出了极高的要求：必须对所获情报的可靠性进行判断，对敌方核突击的规模、打击目标进行分析，对己方战略导弹的行动进行谋划，而后定下实施还击–迎击的决心，向战略导弹部队下达发射指令。接到指令后，战略导弹部队要迅速发射导弹，并及时脱离敌核爆毁伤区。哪一个环节出现纰漏，核还击–迎击都无法实现。至于还击或"核反

击”，虽然能使决策者有更多的时间进行作战筹划，有效避免因错误发射而遭致的灾难，但对战略弹道导弹的数量、部署方式、生存能力以及指挥控制系统的稳定性等，都是一个个异常严峻的挑战。

成：要确保打得出，就要考虑导弹指挥控制、发射以及最终成爆的各个环节，这涉及到核导弹的通信指挥、安全控制、火力计划等多个领域。

首先，在核导弹的通信指挥上要保证发射指令及时准确发送和接收。例如，美国的核导弹发射行动是由五角大楼的国家军事指挥中心和接替它的马里兰国家军事指挥中心指挥的。作为备份系统，美国还可利用位于印第安纳州格里索姆空军基地待命的E-4B飞机上的国家应急空中指挥所（NEACP）与导弹基地的指挥官联络。此外，始终有一架叫“观察哨”的飞机保持在中西部上空飞行，通常机上有一名战略空军司令部的将军负责。NEACP在空中高度机动，是敌人战略系统难以对付的目标，只要有足够的预警时间，在核弹头未到达格里索姆之前，飞机就要起飞。但遗憾的是一个NEACP能够联系的美国地面固定战略指挥系统中心仅14个。

其次，在核导弹安全控制上要保证在机制和技术上能及时解除保险。目前美俄在各发射环节上都有专门程序和规定对发射命令的真实性进行核实。例如，美俄在潜艇上发射导弹时，都需要两个以上人员联合实施，因为如果潜艇发射导弹是在苏联对美国本土核攻击后实施的核报复，那肯定是在没有与本土联络的情况下进行的，这可以排除别有用心或情绪失控的潜艇艇员蓄意发射导弹。而美国在欧洲的战术核武器由最高指挥机关用电子密码的PAL（允许行动联络）保护核弹头和解除保险，如果在一定时间内有错误密码进入武器，弹头将自行销毁。美国“民兵”导弹发射控制中心也都由两个精心挑选的空军官员值班管理。当接收到发射密码后，两个官员分别解码和确认。为保证解码确认程序的安全，密码和鉴别程序均放在保险箱内，只有两把钥匙才能打开，两个军官各带一把。如果信息被任何一个认为有缺陷，他们在指挥机关确认是正确之前是不能发射导弹的，而且这两个人必须同时转动锁上的两把钥匙，两处钥匙孔设计的间隔使一个人不能同时转动两把钥匙。这样，在和平时期没有当局批准，导弹是不可能发射出去的。在核攻击情况下，一个生存的发射控制中心可发射一个中队的所有50枚导弹，一个中队互相连接的发射控制中心与其它中队的导弹不相连。假如一个中队的发射控制中心在核打击中被完全摧毁，空中应急指挥中心可通过安装在发射井上的天线用甚高频传送发射密码而发射导弹。



▶美军人员在进行拆装“和平卫士”上MK21分导式弹头的训练

突得进

汤：从目前情况看，只有美国、俄罗斯部署了能对战略弹道导弹实施拦截的反导系统。此类系统在美国被称作“地基飞行中段拦截系统”（GMD），在俄罗斯则谓为“反战略弹道导弹防御系统”。中国曾在2010年1月11日成功地进行过一次陆基中段反导拦截技术试验，表明中国也初步掌握了在飞行中段对弹道导弹实施拦截的技术。

GMD是美国目前惟一能对洲际弹道导弹实施拦截的反导系统。然而，最近美国国防部对GMD的年度评审结果表明，“GMD系统仅具备对有限、突发和简单威胁目标的防御能力。但是，由于对综合模型与仿真验证缺乏足够的数据，因而仍然不能对GMD的性能进行全面的评估”。









①俄A-135反导导弹运输车
②A-135反导导弹拦截发射试验
③A-135反导导弹正在放入发射井
④苏联A-35“橡皮套鞋”反导导弹发射车

苏联于1964年11月在莫斯科周围建成了代号为A-35的战略导弹防御系统（北约代号“橡皮套鞋”、ABM-1），并长时间成为世界上惟一服役的导弹防御系统；1989年，苏联完成了对A-35的改进，并将其更名为A-135反导防御系统（北约代号“橡皮套鞋”、ABM-3）；1995年2月，俄罗斯的A-135进入战斗值班；1999年11月和2004年11月，俄罗斯曾两次对A-135进行升级试验，并获得成功。但据报道，由于资金不足、体系被割裂等原因，A-135实际上不能正常运转。

鉴此，可以毫不夸张地说，在可预见的未来，只要战略弹道导弹“打得出”，且不发生自毁，“突得进”，或者说绝大部分导弹“突得进”，应该还是可以预期的。

确保导弹“突得进”，可从技术措施和战法运用两方面入手。

就技术措施而言，即通过采用反识别、反拦截技术等措施来寻求穿透敌方的导弹防御系统。反识别技术是指为防御敌方对己方导弹或弹头的探测侦察所采取的对抗技术，主要包括隐身技术、电子干扰技术和藏身技术等；反拦截技术，是指为防御敌方反导防御系统对己方导弹或弹头的拦截毁伤所采取的对抗技术，主要包括多弹头技术、机动变轨技术、抗核加固技术、抗激光技术、拦截敌方拦截器和速燃火箭技术等。

战略弹道导弹发射升空之后，对目标的搜索、跟踪、攻击等，都是依靠导弹或弹头自身完成的。因此，就突防战法运用而言，主要是根据打击目标要求、己方武器装备战术技术性能和敌方反导防御系统的实战能力等，科学筹划、合理编组，谋求最大的突防效益。不过，技术决定战术，在武器装备一定的前提下，战略弹道导弹突防战法运用的空间实际上是非常有限的。但也绝非无所作为，譬如，有人提出，在实施攻击之前，可先发射一枚配备干扰弹头的导弹，以欺骗、破坏敌方的反导防御系统，或者先在敌方领空爆炸一个大威力先遣核弹头，利用其巨大的核电磁脉冲效应使对方的雷达迷盲、通信中断、武器失控、指挥失灵和协同紊乱，从而为后续核弹头的突防创造条件。这样，就不必在每枚导弹上都配备突防装置了。的确，若干扰弹头或先遣核弹



▶美国GMD发射，这也是一种“迎击”

头能突破敌方的导弹防御系统并实现预定的功能，则无疑可为后续弹头提供较为有利的突防环境，后续攻击导弹也可将有限的战斗部空间用于提高导弹的命中精度和弹头当量，而不必在突防装置上煞费苦心，似乎不失为一种有效的突防战法。然而，退一步讲，若干扰弹头或先遣核弹头突防失败呢？后续攻击的、未采取突防措施的导弹岂不是面临更大的被拦截的风险？更何况，既然先遣核弹头或携带干扰弹头的导弹能够突防，那么，承担真正攻击任务的导弹也应该能够突防；再者，使用干扰导弹或先遣核弹头时，每次突击必须发射2枚或2枚以上的战略导弹，难免引起误判而在某种程度上影响核武器的威慑效果。

‘存在就是合理的”。这或许也是各国现役战略弹道导弹在每枚导弹上都采取突防措施的原因所在。

成：由于各国已淘汰了核拦截防御的方式，而发展常规拦截技术，因此目前和将来能够通过拦截而阻止核战争的系统几乎是不存在的，因为常规碰撞拦截要提高拦截率通常是增加拦截导弹数量，而目前情况看能部署的拦截导弹数



▶ SS-19导弹发射井内部，其它核大国的发射井其实也需要进行超级加固，因为其发射井位置必然已被美国锁定，但还要靠数量很少的这些陆基导弹打战略反击

量非常有限，这不仅仅是部署成本问题。而且导弹防御系统设计者也承认没有绝对的拦截系统，只要拦截失效概率不为零，防御方就存在遭遇核打击的可能，而仅仅一次核打击也将是致命的。但这并不意味着导弹防御系统没有用处，至少目前美国拦截导弹部署数量有限的导弹防御系统在两个方面是有作用的，一是可以对朝鲜这样的新兴核导弹国家的有限攻击实现较高拦截概率，二是可以对已经遭遇到美国先期突然核打击的俄罗斯和中国这样的二次核反击达到一定的遏制作用，因为在美国先期核突袭中，核力量的大部分都已经被毁于井、车、艇中，只幸存数量有限的导弹，而且这种有效攻击可能是在不统一指挥下实施的，攻击行动很可能是零星、分散、断续的，这无疑可以大大提高防御系统的拦截概率。因此要实现“突得进”不仅是技术问题，还将是部队的统一指挥、武器系统的生存性，以及最高统帅机关的决策问题。

毁得了

汤：战略弹道导弹携带核弹头，当量动辄数十万吨、数百万吨，俄罗斯的SS-18I型导弹弹头当量甚至达到2 500万吨TNT，只要直接命中，都能对目标造成致命的毁伤。不过，对于导弹地下发射井、地下指挥控制中心、飞机地下洞库等硬目标或点目标，为确保造成“预定损失”，通常情况下，都是使用2枚或2枚以上的核弹头打击同一个目标。

但由此带来的另一个问题是，与使用单弹头相比，在使用多个弹头打击同一目标时，通常会发生“自相摧毁”效应，即后续弹头可能被先到达弹头爆炸产生的碎片或核效应所摧毁。其结果是使那些本来能在目标区可靠爆炸的弹头失去攻击能力，变成不可靠弹头。核爆炸所产生的碎片和核效应也可能影响后续弹头的命中精度，加快后续弹头的侵蚀速率，或使之偏离轨道，从而改变后续弹头的弹道特性和运行轨道。研究表明，如果在30分钟之内有2枚以上的核导弹打击同一个目标，第一枚导弹的副作用就会摧毁后面的弹头。因为第一枚核弹爆炸时会释放大量辐射能，放射性碎片组成的蘑菇烟云会拔地而起，冲入2万米高空，微小土粒和石子会以极高的速度将接近目标的后一枚导弹撞毁。前一枚导弹爆炸后释放的辐射能还会使后一枚导弹弹头瞄准系统的电子设备失效。

自相摧毁效应可分为“局部”自相摧毁效应和“区域”自相摧毁效应。前者指在打击同一目标时，先到达目标弹头的核爆炸效应摧毁后续弹头，这种效应只有在几颗弹头接近同时到达同一目标时才会发生。后者是指打击不同的近邻目标时，先抵达弹头的核爆炸摧毁后续到达的弹头。这种效应大部分发生在弹道的同方位上，即在同方位的弹道上，先打击射程较近目标的弹头会摧毁打击射程较远目标的后续弹头。

尽管目前尚无有效的试验数据来计算这种“自相摧毁”效应，但有专家认为，对给定硬目标进行有效攻击的核弹头实际上只能是1颗，至多2颗。而在使用多弹头打击同一个软目标时，要控制同时起爆在技术上尚有一定难度的情况下，只能合理安排弹着点间的距离，距离越大，自相摧毁效应就越小；或者采用“先远后近”的攻击方法，即首先打击同一弹道方向上的最远目标，而后逐渐向近程转移，直至打击最近的目标。

成：在导弹发射计划上不但要确保导弹通道相互不会影响，不会造成自我杀伤，而且还要有效利用不同武器的优长。例如，潜射导弹打击精度相对低，其能有效地打击工厂、交通枢纽、机场等这样的软目标，而不适于摧毁加固的导弹发射井和指挥所，而这些可以交给打击精度较高的地面固定发射的井射导弹。根据公式，核武器打击硬目标时，在威力一定的情况下，精度提高10倍，目标的抗毁能力要提高100倍才能与之抗衡。上个世纪70年代初期，美国空军研究分析认为美国早期设计的导弹发射井，在苏联的首次核打击下将毁于一旦，必须改进导弹发射井的抗核打击能力。为此美国投入巨资，将发射井的抗核爆效应超压7.03兆帕提高到了14.06兆帕，这迫使苏联导弹打击精度也不得不提高了1倍。但有时单纯提高核弹头爆炸威力的难度较高，因此国外已经在论证使用多弹头在目标周围同时爆炸，形成爆炸地震波的聚焦效应，以打击坚固地下目标。

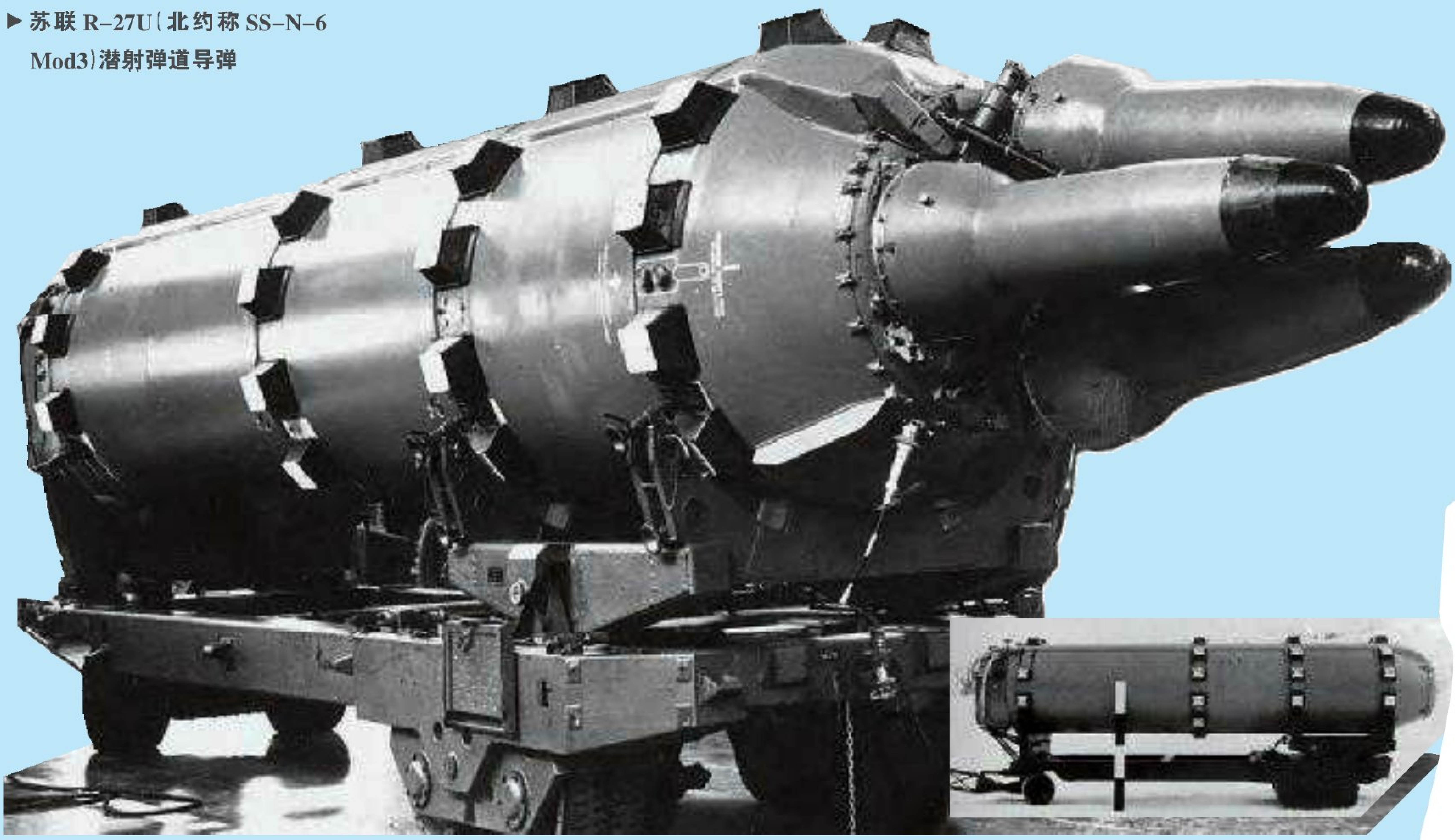
此外，还要考虑到如果战略上允许延长核作战时间，就必须规定核武器可以转换打击目标，以免打击空发射井而造成浪费，同时还能达到摧毁对方机动核武器的目的。

海基核力量的优势

文/王继新

[文章编码 0303]

► 苏联 R-27U(北约称 SS-N-6 Mod3)潜射弹道导弹



位置隐蔽，整体生存性强

核潜艇位置不固定，因此敌人很难对潜艇准确定位，也就无从谈起对其实施打击。在冷战时期，美国和苏联都开发了众多的反潜技术以搜寻对方的水下核力量，但效果都不是很明显。目前比较可靠的反潜手段是在水下建立投放‘线列水听器网”或利用拖船布设“拖曳式线列水听器”，并配合“声呐浮标”来搜集潜艇巡逻区内的水声资料，利用拖船或中继卫星将数据传送到地面大型计算站解算，利用这些数据交叉定位，可以大致判断出潜艇的位置，再派出反潜飞机或潜艇核实，进而实施攻击。此外，美苏(俄)在冷战时期都发展过海洋监视卫星和毫米波雷达等手段，利用潜艇在深海航行时产生的内波、温差、尾流等海洋现象和污染航迹来搜索潜艇。但是由于战略核潜艇可发动攻击的巡弋海区可以是公海，也可以是本国周边海区，因此即使发现潜艇位置也无法采用常规反潜武器实施打击。而当时考虑的是使用多枚核武器对可疑海区实施火力覆盖。当核武器在水面以上爆炸时，其大部分能量被海面反射，对深海内的潜艇的威胁十分有限。但如果采用水下爆炸的方式，可以利用水下核爆炸冲击波效应，对水中潜艇形成超压，破坏其艇壳。因为水下爆炸时，能量以辐射加热方式使附近的水汽化而形成高温高压的水蒸汽球，高压汽球的膨胀形成向外传播的冲击波；同时在汽球反向传播一族稀疏波，这种稀疏波在汽球膨胀到一定程度后，再次形成强度渐增的第二冲击波，这些冲击波经过海底的反射可以再次冲击水中物体，而二次冲击波与主波的反射波可叠加作用在深海潜艇上，这种叠加冲击波会多次对潜艇壳体造成载荷重压。虽然潜艇的壳体是耐压设计的，但在水深压力和冲击波的多重作用下，还是可能造成壳体的破裂。

但由于潜艇的巡逻区域过于庞大，这种核打击的成本也非常高。冷战中，美国研究人员计算，如果巡逻区内有17艘战略核潜艇，则需要用150颗100万吨当量的核弹头，集中突击这些潜艇所在的可疑水域(假设这些潜艇的巡航速度为5节，已知这些潜艇的初始位置在半径为15海里的水域内，攻击弹头在探测到潜艇位置约1小时后就飞抵目标区)，而实际上俄罗斯战略核潜艇虽然目前巡逻次数已经降低到了极点，但其一般在3个海域方向巡逻。特别是近年加强了在北极地区的活动，这里具有硕大的冰盖，在冰盖下的潜艇活动几乎是西方无法探测的。即使被发现，巨大的冰盖也会成为潜艇防御核武器的天然屏障。而俄战略核潜艇几乎都有30%以上的额外浮力，“台风”级可以利用甲板室围栏破开2~2.5米厚的坚冰，从冰窟窿里浮起发射导弹。

机动范围广，可弥补导弹射程不足

在战略核潜艇发展初期，利用潜艇的航程弥补导弹射程的不足是海基核力量独特的优势。即使在今天，印度等新兴核武器国家在核力量发展中也都在考虑这一因素，而美俄等核武器大国则考虑利用潜艇隐蔽性强和机动范围广的特点，将潜

艇前出到敌国领土附近海区，以对敌实施出其不意的攻击。这一方面增加了核攻击的突然性，另一方面增加了敌人导弹防御的难度。

实际上随着潜艇技术和潜射导弹射程的提高，导弹核潜艇的巡逻区域已经越来越大，但也可以越来越接近国家本土，从而得到本国海、陆、空武装力量的保护，这大大提高了海基战略核力量的生存性。例如，苏联弹道导弹潜艇的最早级别是“高尔夫”弹道导弹潜艇和“旅馆”战略核潜艇，两种都携带1 400千米





►俄今日海基战略力量主力——SS-N-23和“德尔塔”4(图为K-18“卡累利阿”号)

的SS-N-5导弹(自60年代中期起)，在大西洋他们巡逻至美国的东海岸，在从佛罗里达州到缅因州自海岸起大约300千米的区域，太平洋巡逻区从墨西哥到加拿大。60年代后期，“扬基”级战略核潜艇服役后，巡逻区发生了变化。由于装备了射程3 000千米的SS-N-6导弹，潜艇一般可以在近海巡逻，并进一步覆盖更大的区域。典型情况下，有2~3艘“扬基”级潜艇巡逻在大西洋海岸，2艘巡逻到太平洋海岸，1艘太平洋的潜艇可以巡逻到东北部，有时甚至可以到达夏威夷西部。80年代中期，“德尔塔”1级战略核潜艇开始部署到大西洋，接管了以前“扬基”级战略核潜艇覆盖区的北部，由于装备了9 100千米射程的SS-N-8，“德尔塔”能够从其巡逻区打击全美范围的目标。80年代后期，俄罗斯战略核潜艇从美国方向回撤。在大西洋，“德尔塔”2和“德尔塔”3开始在挪威、格陵兰和斯瓦尔巴特群岛之间的挪威海域巡逻，而在太平洋，“德尔塔”战略核潜艇返回到堪察加半岛附近和日本海的巡逻区。“德尔塔”2携带了SS-N-8，而“德尔塔”3装备了射程6 500千米的SS-N-18。“扬基”级战略核潜艇在大西洋担负了打击西欧目标的新“战区”使命。最后，在80年代后期和90年代，分别装备了射程8 300千米的SS-N-23和SS-N-20的“德尔塔”4和“台风”战略核潜艇进入到库拉半岛东北部所谓的“战略基地”。太平洋上的“德尔塔”3战略核潜艇继续在堪察加半岛周边和日本海北部区域巡逻。除了导弹射程增加以外，俄罗斯战略核潜艇巡逻区的“后撤”还是对美国海军的进攻性海上战略的反应，这一战略明确要求美国攻击型潜艇跟踪并在战争前期摧毁俄罗斯战略核潜艇。有限的巡逻区可能使俄罗斯攻击型潜艇更容易保护战略核潜艇。这一战略的影响目前仍然存在，俄在2008年10月“稳定-2008”演习中，利用太平洋舰队“德尔塔”3战略核潜艇在日本以北的鄂霍次克海太平洋水域发射了1枚弹道导弹(P-29PM/RSM-50，SS-N-18 M1)即是对这一战略的回应。鄂霍次克海几乎被俄罗斯领土包围，完全在俄军的陆、海防御体系保护之下，因此潜艇在这里既具有针对反潜力量的隐蔽性，又具备躲避战略核打击的高度机动性。在这里实施潜对地发射显示出俄很强的“二次反击”能力。

突袭火力强，可实施多向攻击

战略核潜艇是世界上集成度最高的核武器系统。例如，法国“凯旋”级和英国“先锋”级潜艇可分别载16枚M45和“三叉戟”弹道导弹，美国“俄亥俄”级弹道导弹潜艇可载24枚“三叉戟”导弹，俄罗斯“德尔塔”4和“北风”级可分别载16枚“轻舟”和“圆锤”导弹。而且潜射导弹大多为多弹头型，子弹头数大多在4~10枚之间。如果按照6枚弹头计，1艘“俄亥俄”级潜艇可携带144枚导弹，而如果按照10枚弹头计，1艘“俄亥俄”就可携带240枚弹头，这相当于俄罗斯6~7个“白杨”(SS-25)导弹团或4~8个SS-19导弹团，相当于美国陆基战略导弹的17%。可见其实际就是核时代的“武库舰”。而一般潜射弹道导弹发射准备时间为15分钟，连射时间间隔一般不超过1分钟，以此计算，1艘“俄亥俄”可在半小时内将一个中等国家全境打回石器时代，完全瘫痪一个大国。

战略核潜艇的在航率一般约为60%多，续航时间可以达到60~120天，可以秘密潜航到几乎世界任何足够深的海区内。也就是说，如果导弹射程足够，其几乎可以从任何方向对地球上一个国家实施导弹核打击。俄罗斯在2008年“稳定-2008”战略演习的第一天就组织了俄海军最远的一次潜艇发射。这次发射中俄北方舰队的“图拉”号核潜艇在巴伦支海水下成功试射了1枚“蓝天”洲际弹道导弹(P-29PM2/RSM-54B、西涅瓦/Sineva，SS-N-23 M1)，并成功击中了1.2万千米外太平洋赤道附近的预设目标。此举表明俄罗斯有能力只据守北极地区就对包括美国最南部，甚至加勒比海地区实施战略打击。这种攻击形式将使一个国家毫无战略防御重点方向而言，其威慑能力不言而喻。

发射灵活，反导作战能力强

如上所述，多个方向的导弹发射可以成为突破敌人导弹防御系统的有效手段。例如，美国在“北极星”导弹系统的发展中曾考虑到，如果在“北极星”导弹射程2 200千米的情况下从大西洋方向攻击苏联首都莫斯科，一是潜艇需要突破波罗的海的防御，进入该海区，导弹射程才能覆盖到莫斯科；二是导弹需要突破苏联在列宁格勒附近建设的反导系统。这使攻击成功率非常低。而如果将导弹射程增大到4 600千米，潜艇就可以从像白海这样的地方发射导弹，从而回避列宁格勒反导系统的拦截。这一要求促使美国将“北极星”导弹A1的射程2 200千米提高到了A3的4 600千米。

此外，由于潜艇平台可以接近敌国领土，因此对导弹射程的要求不需要太高，这就使其有可能牺牲射程而采用更灵活的弹道发动攻击，并减少导弹飞行时间。大家知道，弹道导弹的飞行时间取决于导弹飞行距离和所采取的弹道飞行方式，而决定导弹射程的主要因素是关机速度（即主动段的末速度）和射角。在导弹关机速度一定的情况下，按最佳射角发射，导弹的射程最远，导弹按这个射角发射的飞行轨迹，称作最大射程弹道，或称最小能量弹道。苏联（俄罗斯）的潜地弹道导弹从SS-N-8开始，射程就超过8 800千米，而从美国海岸到美国大陆任一点的最大距离只有约2 000千米。如果苏联导弹从靠近美国海域的潜艇上发射，射程大大超过了突击美国任何一个轰炸机基地和人口中心城市所需的射程，这样，导弹可以利用富余的能量压低射角，使导弹提前飞抵目标，这种飞行方式通常称为“压低弹道”飞行。“压低弹道”虽然增加了导弹的结构负荷，并使其产生严重的烧蚀现象和应力效应，但是在发射技术上并不难实现。通常，能沿最小能量弹道飞行的潜地导弹，自然也能沿形状特殊的“压低弹道”飞行。进行“压低弹道”飞行，导弹在主动段的飞行弹道实际上是一条标准弹道，只是在高空进行压低弹道飞行程序转弯，这只要稍微修正一下导弹的飞行控制程序就可实现。上个世纪60年代，美国在太平洋进行“宇宙神”导弹飞行试验时就采用了这种形状特殊的飞行弹道；美国在70年代以后多次报道苏联的潜射试验失败，实际很可能是进行“压低弹道”飞行试验。在关于俄罗斯的专著中多次提到了SS-N-23导弹的平直弹道飞行能力，这实际就是“压低弹道”发射的能力。





►俄SS-N-30“圆锤”（“布拉瓦”）弹头母舱

一般海基潜射导弹沿最小能量弹道飞行2 000千米全程约需14分钟。采用压低弹道飞行可减至7分钟左右。但是，这7分钟的飞行时间是理论值，没考虑导弹飞行的初始段和弹头再入大气层时的减速因素。如把这些因素考虑进去，则导弹总飞行时间应增加2分钟。根据这个分析，潜地导弹以压低弹道飞行，则全程为2 000千米的总飞行时间为9分钟。假设导弹飞行距离增或减400千米，则飞行时间就增加或减少1分钟。也就是说，飞行距离为1 600千米，其飞行时间为8分钟；1 200千米，为7分钟。可见，采用这种“压低弹道”飞行方式可大大缩短导弹飞行时间，而且大部分弹道可以隐藏在反导探测雷达下方，从而缩短了敌方反导预警时间。

对周边环境依赖低，确保了本土安全

前面已经提到潜射导弹系统集成度非常高，其发射、指挥、通信和机动等系统完全集中在一艘潜艇内部，这使其几乎不需要依托周边环境和地理状况。一般美俄的战略潜艇的战备值班与航母类似，采用所谓的“三三制”，即三分之一维修保养、三分之一训练试验、三分之一作战值班。也就是说要保证一个国家全年365天的24小时全时威慑，就至少要有3艘以上，这就是英法坚持4艘的原因。

正是由于战略导弹潜艇可以完全摆脱地面设施而独立作战，这就使敌人在对战略核力量实施打击时，可以只针对海上潜艇实施核打击，从而避免了对陆上人口的杀伤，这一点对于本土狭小的国家尤为重要。例如，英国主要由几个较大型岛屿组成，而且在这些本土岛屿上人口和工业设施十分密集，如果对夹杂在这些人口和设施中间的个别军事目标进行核打击，几次打击就可能毁灭整个英国。因此英国始终没有建立正式的地地战略导弹核力量，而只是发展了由“V”型轰炸机构成的空基核力量和由战略潜艇构成的海基核力量，并在1969年后逐步过渡到了单一的海基核力量。法国也在1996年9月将阿尔比恩平原上部署的最后18枚S3D中程导弹拆除，过渡到了海空“二位一体”的结构形式。当然，如果国土狭小而遭遇到前面提到的150颗100万吨当量核弹头的集中突击，对整个国家而言也就是灭顶之灾了。

但应该看到的是，战略核潜艇的价值可以说等同于可游弋海区的面积、深度及对方岛链的分布。如一个国家海区条件不理想，战略核潜艇的价值就不大，因此对于地理条件不同的国家而言，即使装备同样的战略核潜艇，其威慑价值也是不一样的。例如印度和巴基斯坦虽然同样热衷于核武器，但印度的海岸线比巴基斯坦要长得多，其潜艇可以游弋的海区面积和可以靠泊的港口也要比巴基斯坦多得多，因此其发展海基力量较为积极。

陆基核力量的优势

文/戴艳丽

[文章编码 0304]

建设成本低，力量形成周期短

核导弹是陆基核力量的主体，包括地面设备在内的其它配套系统建设所需投入小于核导弹本身的经费。整个武器系统便于全寿命管理，不需要巨大的经常性的维护保养投入，通过更换零部件的手段，可以比较顺利地实现武器装备的延寿使用。因此发展先进的陆基核力量所需的经费投入相对少一些。一般情况下，陆基核系统成本按照发射井、铁路机动、公路机动方式依次升高。这种说法很笼统，研究领域的成本核算一般以1个弹头的平均耗费为标准。由于机动方式的导弹载荷相对小，因此其载弹头数也少，平均弹头费用就相对高。例如，从目前现役导弹情况来看，公路机动导弹一般载子弹头3颗，几乎没有达到10颗的，达到10颗的一般都为采用发射井或潜艇发射方式。此外，无论铁路机动还是公路机动的发射车，都要经过特别加固，而且由于机动运行其磨损消耗也非常大，这些因素无疑使公路机动导弹的造价保持在较高水平。



►图为“大力神”2型导弹退役时被从发射井中移出，接替其发射井位置的是“民兵”3，从这可看出陆基发射井的导弹兼容度远大于空基和潜基核导弹发射系统

但总体来说，陆基核力量与海基力量相比，建设成本低，力量形成周期短。如，一种潜射导弹的发展时间大致为5~8年，但一艘弹道导弹潜艇的设计建造时间要8年以上，而且形成4艘以上规模的时间要12年以上，甚至会因技术和资金困难而数十年无结果。印度在上世纪70年代就筹划研制核潜艇（ATV），至今已超过了当初计划的25年时间，但仍无消息。俄“北风”级首艇在1996年就铺设了龙骨，由于资金不足，工期一拖再拖，方案一改再改，直到近期才有消息称即将服役，至今已16年。

核潜艇建设周期长的一个原因就是耗资大。例如，美国在1956年到1967年间的“北极星”计划中生产了41艘潜艇和5 000多枚“北极星”导弹，费用接近640亿美元，几乎占去1956年到1964年海军预算的8%~10%，而1962年到1995年间包括“三叉戟”1型和2型在内的弹道导弹潜艇总费用达到了2 560亿美元。此后，1974年到1991年间的18艘“俄亥俄”级的采购费用再次接近348亿美元，占军备采购总费用的14%。另外，每艘“俄亥俄”级的运行与保障费用每年大约达到1亿美元。在1967年到1986年间，除上述所有费用外，美国还用了大量经费研究核潜艇降噪。大约3 205亿美元用在了与弹道导弹潜艇相关的技术上。而同期B-52和B-1战略轰炸机的采购和使用费用不到这一数字的1/3，陆基的“民兵”和“和平卫士”导弹的采购和运行费还要低。在这一点上陆基力量无疑占较大优势。

指挥通信便捷，核安全控制程度高

陆基战略导弹的指挥控制较为集中，不但包括地面系统，还包括了机载指挥系统。地面指挥控制中心承担平时或

战时未遭到核破坏情况下的指挥控制，并与战略空军司令部和友邻部队进行有线或无线通信联系，处理与传输语音和数据信息。为确保网络畅通，所有结点均能接收、处理和转发数字密码信息；机载指挥系统承担当地面指挥中心遭受核破坏后的一切指挥控制任务，机载指挥所将依赖于每个掩体的一套抗核加固的中频天线以控制和监视受核攻击后生存下来的导弹。若遭受核攻击后上述两套系统失灵，还可通过经抗核加固的低频、甚低频通信系统指挥陆基导弹的发射。例如，美国曾为MX导弹建造了当时世界上最庞大的密码光缆通信网。光缆网络把MX导弹的2个操作控制中心；4个地区性支援中心；4 600个水平掩体，200个综合的维护设备互相连接起来。这样，某个控制中心、支援中心、水平掩体或维护设备出现故障或某条光缆发生故障，不会造成其它各处设备通信中断，确保通信指挥系统的畅通。光缆埋设长度约15 000~100 000千米。此外，美国陆基导弹系统还建有先进的空地通信系统，其由空中机载控制中心和地面掩体的中频天线、中频收发两用机组成。当地面光纤系统遭到破坏而不能工作时，这个系统便自动接替工作，即通过掩体里的中频天线可自动转接到空中机载控制中心上。在遭受攻击后，空中发射控制中心可通过中频无线电控制和监视生存下来的导弹。它采用同步传波技术，其输入信息可靠，网络灵活和利用某种时隙调整与控制规律，可排除自身干扰或瞬时扰动。每年美国进行的3次“民兵”3导弹试验中，就有一次是采用空中机载控制中心发射的。如果地面控制中心和空中机载控制中心都不能正常工作，则生存下来的每枚导弹还可以通过甚低频、低频或中频接收机直接接收国家指挥中心的命令，这些接收机都是使用配置在掩体里的中频天线。

与陆基系统的多通道、多方式指挥控制相比，潜基核力量的指挥控制就简单得多。例如，“俄亥俄”级是由美国最高指挥当局经国家军事指挥系统和联合司令部，指挥太平洋和大西洋舰队对其进行发射控制，特殊情况下，总统可越级对潜艇直接指挥。“三叉戟”的指挥通信系统包括：岸基导弹潜艇指挥中心、紧急空中指挥所E-4B飞机。而“三叉戟”系统与上级指挥中心的联络则是利用地基甚低频和极低频电台广播通信系统、机载甚低频中继系统、舰队卫星通信系统进行的。其所用频率只有3~300千赫，主要以地波方式传播。在核爆炸环境中，其传播稳定性较短波好，穿透海水和土壤的能力强，缺点是发射设施尤其是发射天线非常庞大，造价高昂、通信容量小、易遭干扰和破坏。计算可以知道，3千赫频率的波长为100千米，要发射这样的电磁波，可想而知天线需要多大，而且其也非常耗费能量。据报道国外此类发射机占用面积有半边山大，需要的能量大致相当于1个小型城市用电，而且其传送1个莫尔斯电码的速度是以分钟计算的。飞机发送信号频率相对高，但也需要数百米长的拖曳天线。而远在上百千米以外的潜艇要接收此类信号也只能在浅水。可见，要保证潜艇稳定可靠的通信难度非常大。



▶“和平卫士”导弹的发射控制中心，陆基战略导弹单系统的生存性很高

正由于导弹核潜艇通信指挥困难，而其集成度又非常高，具备很强的独立打击能力，这使海基核力量的安全控制存在很大争议。在潜艇上一般是由两名军官分别掌握发射密码和钥匙，只有两人同时输入不同密码并转动钥匙才能实施发射，而且部分密码必须通过无线电由统帅部门发送。美国大片《红色风暴》就是描述在与地面通信发生故障后为争夺核潜艇和导弹发射密码而展开的故事。俄罗斯就曾发生过导弹核潜艇军官在执勤中的刑事犯罪，车臣恐怖分子也曾宣扬要劫持俄罗斯导弹核潜艇对其发动攻击。因此通信和安全控制是困扰导弹核潜艇的主要问题之一，而这一问题对于陆基战略导弹就没有如此严重。

抗毁能力强，单系统生存性高

目前地下井采取了综合抗核加固设计，要摧毁它，对导弹命中精度和摧毁能力的要求也越来越高。目前，战略武器的生存威胁已从过去来自单一的核打击变成了核打击与远程精确打击的双重威胁，因而，地下井发射系统的高抗力将显现更突出的优势。机动发射防护能力有限，但可依靠机动性提高生存能力。美国在上个世纪计算发现，苏联要覆盖打击美国1 000平方千米的地区，需要9.5枚SS-18实施“弹幕打击”，但仍有25%的生存可能。可见，导弹机动面积如果达到1 000平方千米，也就是说，其机动半径如果达到17.8千米，其生存概率就基本与发射井持平。以发射车机动速度为80千米/小时计算，达到这一生存概率需要预警时间13分钟。如果预警时间达到26分钟，为维持这一效果就需要38枚SS-18导弹实施“弹幕打击”，这显然是任一方都无法达到的。“和平卫士”部署时，恰逢美国核战略由“确保摧毁”转变为“确保生存”。在这一思想指导

下，美国从众多的部署方案里选中了新颖的“密集部署”方案。这是建立在自相残杀理论上的一种方案，即将导弹密集部署在直径6千米范围内的众多发射井中，当大批导弹来袭时，先期爆炸的攻击弹头将使其它弹头偏移或摧毁，从而严重地影响它们摧毁加固地下井所需的精度，这就造成了自相摧毁。美国认为，此方案会使导弹在受到大规模攻击时生存50%~70%。

虽然战略核潜艇通过机动隐蔽性提高了整体生存性，但由于其具有很高的集成性，1艘潜艇的导弹火力达到16~24枚，一旦该潜艇被击沉或发生故障，其携带的所有导弹也都失去了战斗力。而战略核潜艇的系统复杂性又很高，任何部件出现故障都可能导致整个潜艇瘫痪，这无疑使战略核潜艇在所有核力量形式中相对易损性较高。此外，战略核潜艇面临着敌人攻击型潜艇和空中、水面反潜力量的猎杀，从这点看，其安全性又不如陆上导弹。而且，通常情况下作为海基核力量作战平台的核潜艇，在它建成数年内就成为非常容易识别的目标。它们不仅有自己特定的港口基地，而且有固定的补给线，侦察卫星会将其活动情况及时全部拍摄下来。尽管在同一时间内不可能所有核潜艇都会被监视，但很容易根据外观结构，在它们出海或返回基地时，用不是很先进的技术就可以顺利地进行核查。目前，各国战略导弹潜艇基地都是他国侦察的重中之重，港口设施略有改变都会成为各国情报人员关注的焦点。2006年3月，美国学者曾在《外交》杂志上发表文章称，世界核武格局正在发生历史性巨变，半个世纪以来核大国之间“相互确保摧毁”的平衡已经被打破，美国取得了可以一次性摧毁俄罗斯和中国等国核力量的绝对优势。这一结论的基础就是他们模拟了美国对俄的核打击情况。在他们的计算模型中，就假设利用核弹头对驻泊在港口内的俄战略核潜艇实施打击，从而全面摧毁俄海基核力量。可见，由于海基核力量维护的高成本导致俄罗斯不得不减少战备巡逻，而将潜艇靠泊在港口内，这一做法更加剧了海基核力量的危险。因此相比较而言，陆基战略导弹的单系统生存概率似乎更高，也就是说遭到打击时肯定会有导弹单元遭到破坏，但全部单元被摧毁的可能性较低，总会有个别生存下来，而即使有一套作战单元幸存，对于攻击者的威胁就是致命。





►美国战略导弹超级加固发射井测试场，右为在其上空引爆350万磅炸药用于测试其发射井坚固度

系统战备程度高，作战反应快

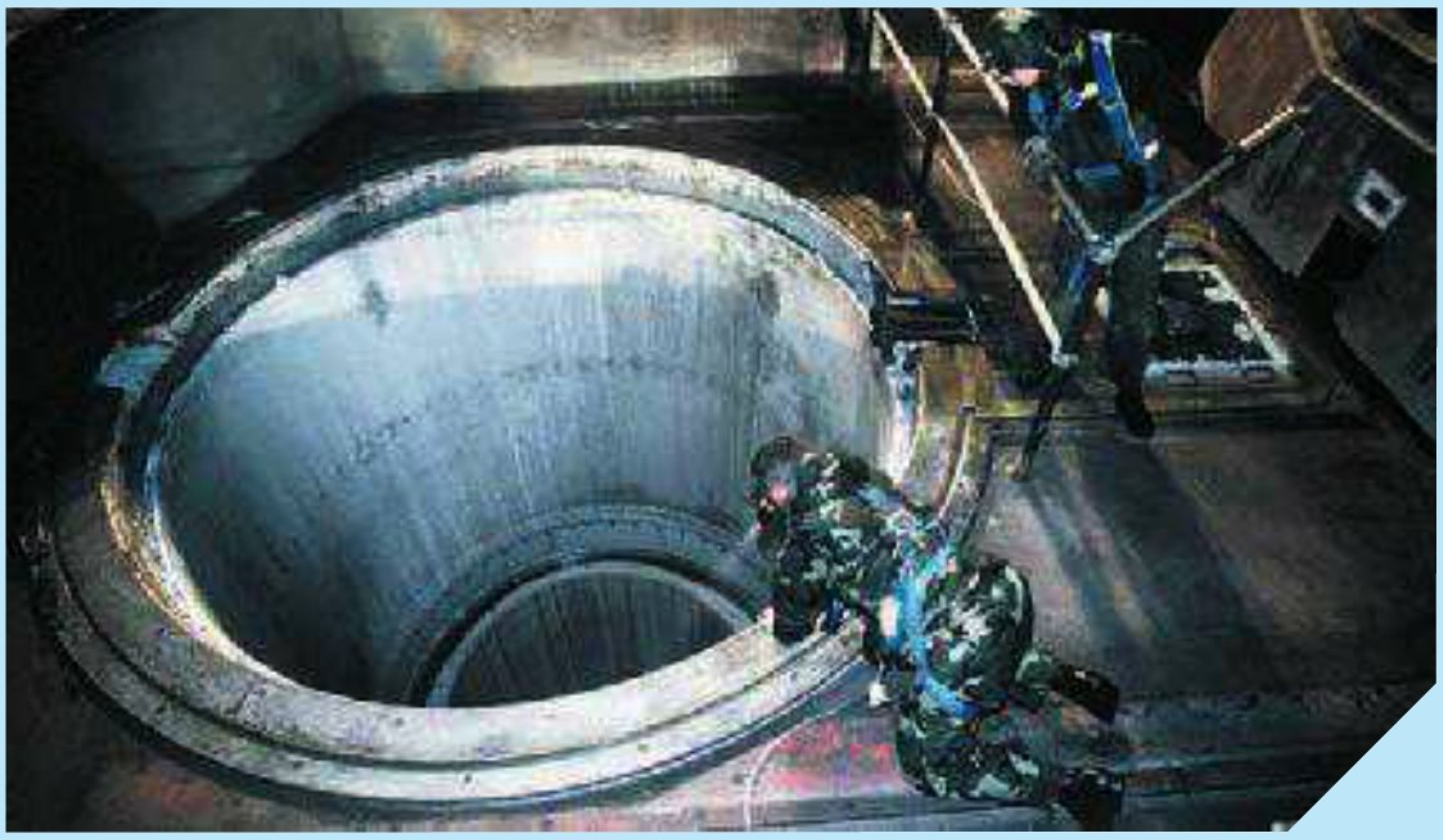
陆基导弹系统，特别是井射系统是三位一体力量形式中战备程度最高的。井射系统的发射点坐标可预先测定，因而目标方位、发射点与目标间的距离以及发射点周围重力场均可测得比较准确，这都有利于减少导弹的瞄准定向误差，提高导弹的命中精度，缩短发射准备时间，能够对敌方重要目标进行快速打击或反击。地下井发射是固定发射的一种形式，导弹武器系统全部部署在地下的工事中；在地下贮存和准备，并在地下井中垂直发射。井内环境温度可以人工或自动调节，可以为导弹提供良好的贮存环境，能使导弹长期处于待发射状态。一旦接到发射命令只需打开井盖，最快可在一分钟内将导弹发射出去，所以，地下井发射方式具有较高的戒备率和较快的反应速度。上世纪60年代后期和70年代部署的战略导弹，广泛采用了地下井发射。美国“民兵”3的发射反应时间为32秒，而“三叉戟”2发射反应时间为60秒。俄罗斯已销毁的机动发射SS-20在处于发射点（预先精确定位）和高度戒备状态下，发射准备时间为90秒；如果不是处于发射点上（即发射区域内任意点），从进入发射阵地到导弹发射则需15分钟。最先进的车载机动发射“白杨”M在戒备状态下发射准备时间需要10~15分钟，井基“白杨”M发射准备时间也不超过5分钟。美苏在冷战时期发现，双方打击对方时导弹飞行时间约为30分钟，除去发现和信息传送时间，留给还击导弹的时间只有15~20分钟，越短的发射反应时间即意味着“报复还击”成功的可能性越高。为此，苏联曾制定了所谓“还击-迎击”战略，就是在敌人导弹攻击飞行过程中，还未在自己阵地爆炸前，发射己方导弹对敌实施迎击式的还击。这种战略既保证了道义上的优势，又不需要对己方发射阵地过高要求。这种战略对慑止敌方先期打击非常有效，对维持冷战的相对和平曾发挥过重要作用。

与陆基系统相比，海基系统在整体战备程度上略逊一筹。目前，英法战略核潜艇通常只保持一艘处于戒备状态，一般国家只能保证四比一或五比一的在航率，这比发射井和发射车的待发射率要低很多，是一种巨大浪费。即使在港口里休整的战略核潜艇也保持在发射状

态，一艘载16枚导弹的战略潜艇的研制、运转、维护成本远高于1个有16个发射井的陆基阵地或16台导弹发射车。

导弹载荷重量大，外形设计限制少

潜射和空射导弹都尽可能采用小型化设计，而陆基导弹部署空间较为充裕，因此有效投送载荷也较大。特别是地下井发射方式的导弹、弹头及各辅助设备受机动作战限制小。例如，美国MX导弹铁路发射时，近90吨重的导弹会以6g的加速度从导弹发射筒中弹射出去，产生的反作用力是发射列车重量的2倍多，普通的两轴转向架可能承受不住，因此其采用了井射方式。而同期同样可携带10个弹头的"三叉戟"2总重不到60吨。而苏联的铁路机动型SS-24导弹的重量更是达到104.5吨。此外，陆基导弹外形尺寸受限制也较少。例如，俄"布拉瓦"导弹据称是采用了"白杨"M设计，而"白杨"M总长达22.7米，直径1.95米，发射重量47.2吨，而"布拉瓦"的总长只有12米左右，直径2米，发射重量也只有36.8吨。美国"民兵"3总长18.26米，也远大于同期"三叉戟"2的13.42米。较大的投送质量可携带较大或较多的弹头，既适合攻击面目标，又能攻击地下井之类的点目标，战略运用灵活性大。



►维护人员在检查"和平卫士"导弹发射井发射后的损坏情况，亦即陆基发射井可以重复利用

打击精度高，适合打击加固点目标

大家知道，陆基弹道导弹发射前要进行大地测量、调平、调向和校准等多道程序，发射瞬间失之毫厘，则失之千里。由于地下井使用条件好，井中心位置精确定位，所以命中精度明显高于潜艇发射。如美国"民兵"3的命中精度（CEP）为90~120米，"三叉戟"2为122米；俄罗斯SS-18改进型的命中精度为185米，而射程超过6 500千米的潜地型SS-N-18命中精度则为600米。这对于攻击加固点目标来说，效果会成倍提高。

与之相比，潜射导弹的条件就不太理想。潜艇发射时，一般以3节航速巡航，导弹在30米水深承受相当于3个大气压的外压和较为恶劣的力学环境，导弹在发射时进行水下初始对准，包括调平、瞄准与射程装订等程序，都应考虑发射瞬间因艇在运动状态而产生误差的修正等。也正是因为潜艇的导弹发射是在向前运动和上下、左右摇摆中进行的，因此潜射导弹的制导方式与陆基弹道导弹略有不同，一般都采用弹上星光制导或其它方式的中段、末端制导修正，以提高导弹打击精度。从潜射导弹性能来看也是这样的。例如，1974年服役的苏联潜射SS-N-8导弹在射程为9 100千米时的精度为0.9千米，而1975年服役的苏联陆基SS-18导弹在射程11 000千米时的精度为0.44千米。由于一般精度随射程的增加而降低，因此用射程与精度的比值较能反映出导弹的精度水平，SS-N-8与SS-18两者的射程与精度之比分别为10 111和25 000。也就是说，同一时期（导弹设计和制造技术接近）的陆基导弹精度比潜射导弹精度高出1倍。美国也是这样。1965年服役的"民兵"1B陆基导弹射程10 140千米时精度为1.6千米，而1964年服役的"北极星"A3潜射导弹射程4 600千米时精度为0.927千米，陆基"民兵"1B与海基"北极星"A3这两者的射程与精度之比分别为6 337和4 962。也就是说，同一时期（导弹设计和制造技术接近）的陆基导弹精度比潜射导弹精度高出1/3。

正由于潜射导弹打击精度逊于陆基导弹，因此在美俄的核打击计划中一般用精度高的陆基导弹打击对方的导弹发射井或指挥所等经过加固的硬点目标，而用精度略低的潜射导弹打击城市面目标，或需要弹幕覆盖的导弹发射车、机动指挥所等地面机动目标。为了说明使用弹幕方式打击导弹发射车的必要性，我们不妨举个例子。假设1艘潜艇在离海岸2 000千米的海域发射导弹，攻击内陆2 000千米处的地面机动导弹基地。按照导弹部队作战部署，潜地导弹发射时，导弹发射车要么待机于待机阵地，要么在疏散地域内机动。对于野外机动的发射车而言，有18~30分钟进行机动作战。如果发射车机动速度为50千米/小时，在这30分钟时间内，发射车疏散的最大距离可达25千米。而如果该弹头的空爆对抗压强度为0.2MP（约2千克/平方厘米）的导弹发射车的杀伤半径为10千米，计算表明发射车的生存能力为0.84，而如果用使用1颗导弹携带的3颗弹头同时打击该发射车，则生存概率降低到0.52。而战略导弹部队的实际机动行动多选择在山区或林地，这将有效削弱敌人侦察和打击的效果，但也应该看到在这种复杂地域内，导弹发射车的机动速度有可能降低，也就是规避敌核打击的疏散半径变小，可见实际情况要复杂得多。但可以肯定的是，潜射导弹不高的打击精度在核武器数量较多的情况下有其用武之地，但一个国家如果只有潜射核武器或弹头数量有限，其打击效果就要大打折扣。由于美俄在《莫斯科条约》中将把核弹头数量削减到1 700~2 200枚，其可用弹头数量相比其庞大的打击计划而言非常有限，因此美俄也都在致力于改进潜射导弹打击精度。例如，俄宣称"圆锤"打击精度达到了80米，甚至比有的井射战略弹道导弹还高。

我国核力量结构探讨

文/闻 成

[文章编码 0305]

首先谈谈我国核力量发展的基础。

除了政治和军事原因外，核力量发展必然受到我国地理情况、人口特点和经济及工业技术水平的制约。这些特点既是我国与其它国家的核力量发展模式不同的固有原因，也将是建设有自己特色、适合自己国情的核力量的基础。



▶盖茨参观阿拉斯加州格里利堡基地的美国地基中段导弹拦截系统的拦截弹发射井，它将直接"盘问"中俄战略导弹的存在价值

战略需求：防御性的国防政策

2006年12月国务院发布的《2006年中国的国防》白皮书就当前军事战略方针指出："贯彻积极防御的军事战略方针……，陆军逐步推进由区域防卫型向全域机动型转变，提高空地一体、远程机动、快速突击和特种作战能力。海军逐步增大近海防御的战略纵深，提高海上综合作战能力和核反击能力。空军加快由国土防空型向攻防兼备型转变，提高空中打击、防空反导、预警侦察和战略投送能力。第二炮兵逐步完善核常兼备的力量体系，提高信息化条件下的战略威慑和常规打击能力。"该报告在海军和二炮部队的发展中都提及了核打击力。

国防技术：科技积累尚处中等水平

我国电子和机械加工业发展较快，随着我国国际地位的提高和科技交流的增多，国际技术进口限制也逐渐松动，这为增强核武器工业基础奠定了基础。但是，同世界先进水平相比，我国科学与技术的国际竞争力水平差距还十分明显。同西方7个工业发达国家相比，除略高于意大利以外，明显低于美国、日本、德国、法国、加拿大和英国水平。同发展中国家和地区相比，基本上居中等水平。虽然部分指标表现较好，但也有不少指标仍有相当的差距。我国一直坚持利用全国科技力量发展军工科研生产，促进高新技术武器装备研制，加速科研成果转化部队战斗力的步伐，但国防科技积累还不十分雄厚。还不能完全满足尖端"杀手锏"武器研制需求。

经济实力：增长快，但军事上欠账太多

近几年来，虽然我国经济发展较快，但前期对军事力量发展的欠账太多，核力量发展的经济资源仍十分有限。常规力量发展对经济依赖较强，虽然核力量的单位成本较高，但单件武器的威慑力更高，从经济角度看具有较高效费比。冷战时代，由于我国常规力量规模较大，技术水平不高，核力量曾在与西方国家军事平衡中发挥了较大作用。目前虽然

全球范围内核力量规模不断缩小，但我国面临威胁不断增强。经济崛起使我国战略地位不断提高，而我国外向型经济趋势日益明显，高附加值产业与国外联系紧密，国家地位和稳定增强了这些产业资金的凝聚力，是其保留在国内的基础。因此为保护我国经济利益，必须有坚强的军事实力作后盾。但改革开放30年中，军事力量发展为经济建设的巨大牺牲，造成技术和装备的严重不足，已经不适应现在的经济形式和规模。现在为保卫我国在周边的经济利益和海上经济命脉，我国开始发展大型海上舰队，以扩大海上防御纵深，这种补课式的发展构成了与核力量发展的严重竞争。

地理环境与人口分布：
东西部差异分别符合陆海基力量的要求

在地理环境上，我国地处北半球，纬度跨度较大，距离美国、欧洲较远，而与俄罗斯、印度等核国家相邻，这些因素对导弹武器系统的射程和防护提出不同的要求。我国大部分海岸线被岛链封锁，这使海基核力量受到严重制约。在陆地上，我国西部和北部河流较少、地势差别较大，特别是近几年来的公路、铁路建设发展较快，这有利于部署陆基固定或机动导弹发射系统。而在人口分布上，我国西部和北部地广人稀，适合保密和陆上大区域机动的要求，具备陆基战略导弹的发展条件；而东部和南部人口密度大，靠近沿海，可以为海基力量发展起到依托作用，具备海基核力量发展条件。

我国陆基核力量已经具备一定规模，相关技术积累和使用经验都比较成熟。目前，各国海基潜射导弹都在走陆海通用的发展道路，而且在第一代海基导弹的发展中，我国积累了技术互相渗透的一些经验，这将成为影响我国核力量发展模式的重要因素。

下面谈谈我国未来战略核力量结构模式的选择。

如果不考虑经济成本和效费比，而且工业技术能力允许，在核威慑效果上，海基核力量的性能要优于陆基核力量。从单件核武器的费用来看，海基核武器要低于陆基核武器；但从一个作战单元来看，陆基核武器低于海基核武器。而从两种核力量形式的整体配套建设费用来看，海基核力量费用要大于陆基核力量，运行中海基核力量对通信、定位、补给、维护等方面的依赖也要比陆基力量大许多。因此从我国现行状况来看，“陆海并重”及“空中战术力量作为补充”，这种发展模式可以发挥最大的威慑效益，是在可以预见的相当长时期内的最佳选择。但如果考虑到经济和技术因素，这一模式也存在明显的缺点。


▶这是“民兵”3导弹的弹头及载入具，其弹头体积之紧凑是我国的技术无法达到的

“陆海并重”模式的主要优长

兼具陆、海基优势，互补性强 陆海并重发展模式的优点显而易见，其不仅兼备了这两种模式的优点，而且在核战运用中两者还可增强“协同生存能力”，实现1+1>2的结果。

首先，在武器发展上，陆基和海基武器技术可以相互渗透，互相促进。在导弹武器发展历史上，海基武器和陆基武器相互转化的范例很多。我国现装备的DF-21陆基主战武器就是从“巨浪”系列演变而来的，该武器的服役大大加快了我国地面机动导弹的发展。90年代后，俄罗斯下一代潜射导弹迟迟无法取得进展，目前已经开始转向从陆基的“白杨”M发展潜射导弹的道路。另一方面，陆基核武器的弹头技术与海基武器基本是通用的，这大大减少了武



▶美国早期"宇宙神"战略导弹，发射井的基础设施投资较大，但服役年限长，可兼容多代战略导弹，因此全寿命周期成本要低于战略核潜艇



▶美国发射井战略导弹的发射控制台及钥匙，陆基发射井导弹的发射可靠性在三位一体模式中是最高的，这是应考虑的因素

器研制风险和管理成本。

其次，在装备发展上也可以发挥竞争机制的作用，加快战略核力量发展的步伐。一旦形成陆海并重发展的局面，战略核力量发展机制将发生较大变化，这将对核武器研制单位和管理部门产生较大影响。这不仅可以改进我国核武器生产现状，增强核武器生产能力，还会推动在核作战运用上的理论发展。这里需要注意的是，陆海并重竞争机制并不是双方争夺有限的资源，而是双方共同将有限的资源变大，从而共同壮大发展，扩大战略核力量在我国军事战略中的地位和作用。

威慑作用大，突击能力强 如果忽略经济因素，陆海并重模式的军事意义非常大。由于陆基导弹易损性较高，因此其遏制敌人首先核进攻的能力并不强，但其具有精确打击敌人点目标的能力，而且其反应时间较短，可对敌军事目标产生较大威慑。而海基力量具有遏制敌人首先核进攻的能力，适宜打击敌民用、经济目标和军事机动目标。而且计算表明，敌人同时打击这两种武器在时间安排上并不可能，总有一种形式的部分力量可以逃脱首轮打击，这就是三位一体力量模式中的"协同生存能力"。

而我方陆基和海基力量在遂行核反击作战时，可以根据反应时间的不同和打击精度的差异，分别打击不同特点的目标，达到相辅相成的作用。

核力量样式多，战略余地大 就核威慑和作战而言，陆海并重的模式丰富了我国战略核力量的运用样式。在单一陆基模式中，核威慑样式主要是提高武器战备等级、实力展示、兵力机动模拟发射等，作战样式只有场坪发射和井式发射两种。海基战略核力量发展达到一定规模后，海基力量平台可以与陆基导弹部队联合行动，不仅可以组合出不同的威慑样式，而且作战能力也大大提高。海基力量平台可以巡弋到敌国附近公海显形造势，或实施训练发射等活动，这对敌国的威慑不亚于在远离敌国的区域进行实弹演习。

另外，海基核力量的发展也是对付导弹防御系统的有效对策。在基础设施成熟的情况下，海基核力量能进行远距离战略机动作战，突破防御的方向选择多样，易于达成打击的突然性，因此拦截难度大，突防能力强，可以在较小规模对抗中保持足够的威慑力，因此其将对导弹防御系统形成较大挑战。从美国导弹防御系统的部署计划可以看出，目前美国建设的导弹防御系统的方向性较强，主要针对中国和俄罗斯（美国声称针对朝鲜）方向。在这些方向预警设施密集，并可以完成多次拦截，因此海基力量改变突防方向将打破美国现有防御设想，增强了战略核力量的打击有效性。

“陆海并重”模式的不足

从经济和技术角度来看，这种发展模式的负担较重、风险较大。

经济压力，易造成经济失衡 目前发展经济和加强国防是我国现代化建设的两大战略任务，但目前我国的国防支出比例较低，发展战略核力量的资金投入则更少。中国年度国防费占国内生产总值的比例，2001年为1.50%。2000年、2001年中国年度国防费分别为1 207.54亿元人民币、1 442.04亿元人民币，2002年中国年度国防费预算为1 694.44亿元人民币，占同期国家财政支出比重分别为7.60%、7.65%和8.03%。只相当于美国相应支出的5%，日本的30%，英国的40%，法国的48%，德国的64%。而这些资金中用于核武器发展的就更少。国外专家一般认为，我国国防支出仅有1/3用于装备费，而且军事预算的5%用于弹道导弹，其中又有28%用于军事研究和开发。以此计算，2002年我国用于弹道导弹的费用仅有84亿元，这还要包括维护保养运行现有装备的费用，用于武器采购和研制的数字更低。

美国现有的18艘“俄亥俄”级潜艇每艘采购费用近20亿美元，每艘年维护费用近1亿美元。估计我国的弹道导弹潜艇采购费用将会达到50亿人民币以上，而且要维持战略核力量的日常战备状态，必须保持3艘以上的核潜艇，服役后每1~2年要维护保养一次，每5~7年要大修一次，还要定期更换核燃料。这些潜艇的采购、装备武器的采购、日常维护的费用，以及远程通信、定位、港口和保障舰队建设的费用将给我国带来沉重的经济负担。在过去的10年里，正是由于缺乏资金，致使俄罗斯三分之一的核潜艇被迫停航，实际在航率仅为15%，战斗力非常低下。因此，陆海并重发展模式的最大制约是经济因素。

资源分散，形成作战力周期长 目前，虽然我国经济发展迅猛，但科技水平明显低于美、日、德、法、英等国。同发展中国家和地区相比，虽然部分指标表现比较好，但也有不少指标存在相当差距。如果走陆海并重的道路，势必造成技术、财力、人力资源分散，使有限的资源无法满足紧迫的战略需要。我国研制首艘弹道导弹潜艇用了20多年。印度用了30余年研制战略核潜艇，始终没有突破关键性技术。即使在我国已有的基础之上研制生产新的弹道导弹潜艇，组成舰队，形成战斗力也需要数十年。因此我国如果脱离实际科技水平追求核力量质量与规模的全面超越是不现实的。

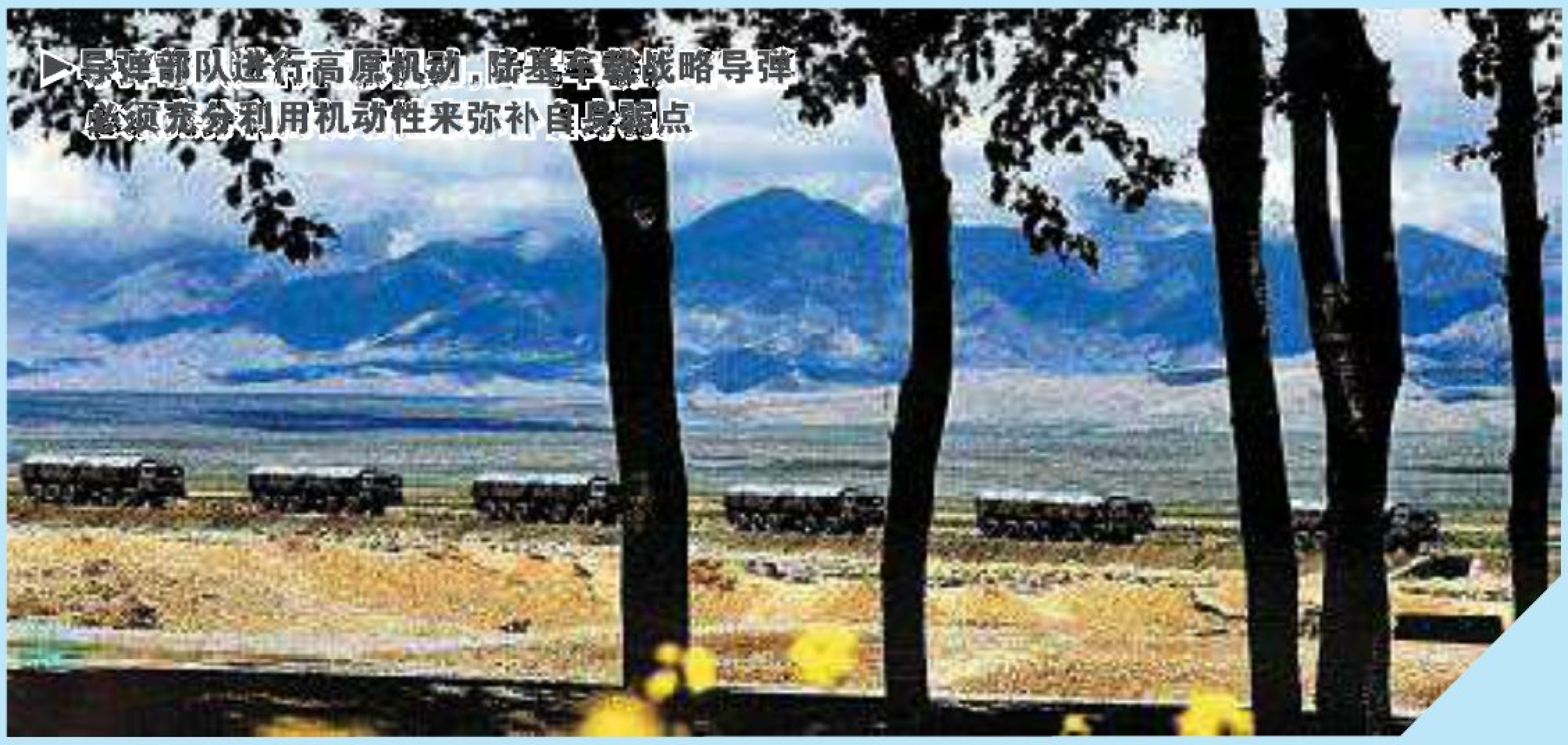
另一方面是导弹武器的现状。美国权威军控杂志《原子科学家公报》曾推测我国的核导弹不仅头、体在地理上严格分离，而且核弹头也是散装状态，它还推测我国目前尚无法做到潜射导弹数月处于整装值班状态。对于美国《原子科学家公报》对我国的推测，这里不进行评价，但就核武器技术来看，海陆并重地发展一定规模的陆、海基核力量的时机尚不成熟。

对远洋制海制空能力及战略预警等综合保障能力依赖性大，要求高 战略核潜艇只有在广阔的远洋机动才能发挥出其独有的特点，但远洋机动作战对战略力量基础设施依赖较大。首先，其远洋机动需要精确的海上导航系统，这要求能够利用完善的全球定位系统。其次，战略核力量的作战指挥必须连续、稳定、可靠，这需要先进的战略通信网。另外，潜艇的远洋作战还必须有一定的远洋供给保障能力和远洋制空、制海能力，否则将面临敌人空中、海上和水下的反潜侦察和攻击。可以说海基核力量对远洋制海制空能力及战略预警等综合保障能力依赖性大、要求高。

从我国的武器装备发展和军事战略思想来看，我国长期实施的海洋战略侧重于“近海防御”。根据国家的海上利益和未来海上作战的需求，我国海军“近海防御”战略明确规定，我国海军战略防御范围在近海海域。早在1979年，邓小平就明确指出：我们的战略是近海作战。因此我国海上力量的发展仍然依托大陆，这使海上力量的远洋制海、制空、制电磁能力相对薄弱，不具备在远洋对强敌的优势。而且相对于陆上简单、可靠的战略通信网，我国目前海上通信手段落后，游弋在外的海基核力量很难和指挥中心建立可靠的通信联系。这使核武器的安全和战略核力量的可靠稳定指挥问题十分突出。

此外，在《2004年中国的国防》报告中，对海军核任务的描述称：“海军担负着保卫国家海上方向安全、维护领海主权和海洋权益的任务。海军扩大近海防御作战空间和防御纵深，加强、完善海战场建设，增强在近海遂行海上战役的综合作战能力和核反击能力。”也就是说，我国海基核力量的反击作战区是在我国近海实施的，这与我海军海上能力相适应。但由于我国潜射导弹射程的局限，在近海的战略核威慑能力十分有限。

威慑效果呆板，难以应对复杂的威胁环境 从2000年、2002年、2004年和2006年国防白皮书可以看出，我国在核力量任务的赋予上始终没有谈到空基核力量，这就意味着我国空基核力量可能如《2007年斯德哥尔摩年鉴》所述，只担负战术核打击任务。而如果采用“海陆并重”、“空中战术力量作补充”的发展模式，势必将空基核力量降为补充地位，这使我国三位一体核力量中的空基力量不具备战略威慑能力，从而局限了威慑行动的选择余地，使威慑效果变得呆板。而如果采用战术核武器降低使用门槛来提高威慑效果的灵活方式，又与我国防御型军事战略不相符，势必造成在未来核威胁环境中的尴尬困境。


▶导弹部队进行高原机动，陆基车载战略导弹必须充分利用机动性来弥补自身弱点

如何判断一国是否在发展核武器

文/汤志成

[文章编码 0306]

为和平用途而研究、生产和使用核能是世界各国不可剥夺的权利。发展核武器与否不仅仅是某个国家的内部事务，还是涉及到整个地球、整个人类的大问题，必须进行有效控制。然而，两者在技术上的联系却又十分密切。那么，如何判断一个国家的核活动究竟是在和平利用核能，还是在借机发展核武器，抑或兼而有之呢？



▶位于美国俄亥俄州派克顿核工厂的浓缩铀离心机级联



▶今日的橡树岭国家实验室

是否制备核装料是前提

核武器是指利用能自持进行的原子核裂变或聚变反应瞬时释放的能量，产生爆炸作用，并具有大规模杀伤破坏效应的武器的总称。如人们通常所说的原子弹、氢弹、特殊性能核武器等。其中，核裂变是指重原子核在中子或其它粒子轰击下分裂成两个或两个以上中等原子核的过程；核聚变反应是指两个较轻的原子核聚变成一个较重的原子核的过程。前者是原子弹的原理，后者是氢弹的原理。但轻核聚变需要较高的温度和压力，而这样高的温度和压力目前只有裂变爆炸才能产生。至于特殊性能核武器，其原理比原子弹、氢弹还要复杂。因此，首先发展原子弹，几乎是每一个有核国家的共同选择。

但要发展原子弹，没有裂变材料不行。原子弹裂变装料主要是铀^{235}、钚^{239}和铀^{233}等。其中铀是最基本的裂变材料，是制造原子弹的基础，没有铀就很难制造出原子弹。而在自然界中，虽包含铀^{234}、铀^{235}和铀^{238}三种同位素，但浓度很低，即便是在少数富矿中，铀含量也仅为1%~4%，离武器级的铀需达到90%以上丰度的要求相差很大。并且在铀的这三种同位素中，铀^{235}是惟一容易裂变的元素，其含量也较低，仅占铀贮量的0.7%。因此，要制造核武器，就必须从天然铀中对铀^{235}进行浓缩。

不过，铀的开采和冶炼均非易事，尤其是铀浓缩更是一项高度复杂的处理过程，不仅要耗费大量电能还需要繁多的设备。以气体扩散法浓缩铀为例，由于气化后的铀矿石每扩散一次仅使铀^{235}的相对丰度提高百分之零点几，因而要达到丰度90%以上的武器级铀，往往需经过几千级的分离。如美国橡树岭的浓缩铀厂就有4 384个扩散级。而采用离心分离法的一个大型的同位素离心机分离厂往往要安装一二百万台离心机。

相比之下，钚^{239}比铀^{235}更容易裂变，是核武器常用的装料。但自然界中并没有钚^{239}，是在核反应堆中用中子轰



▶著名的美国橡树岭 K–25铀浓缩工厂

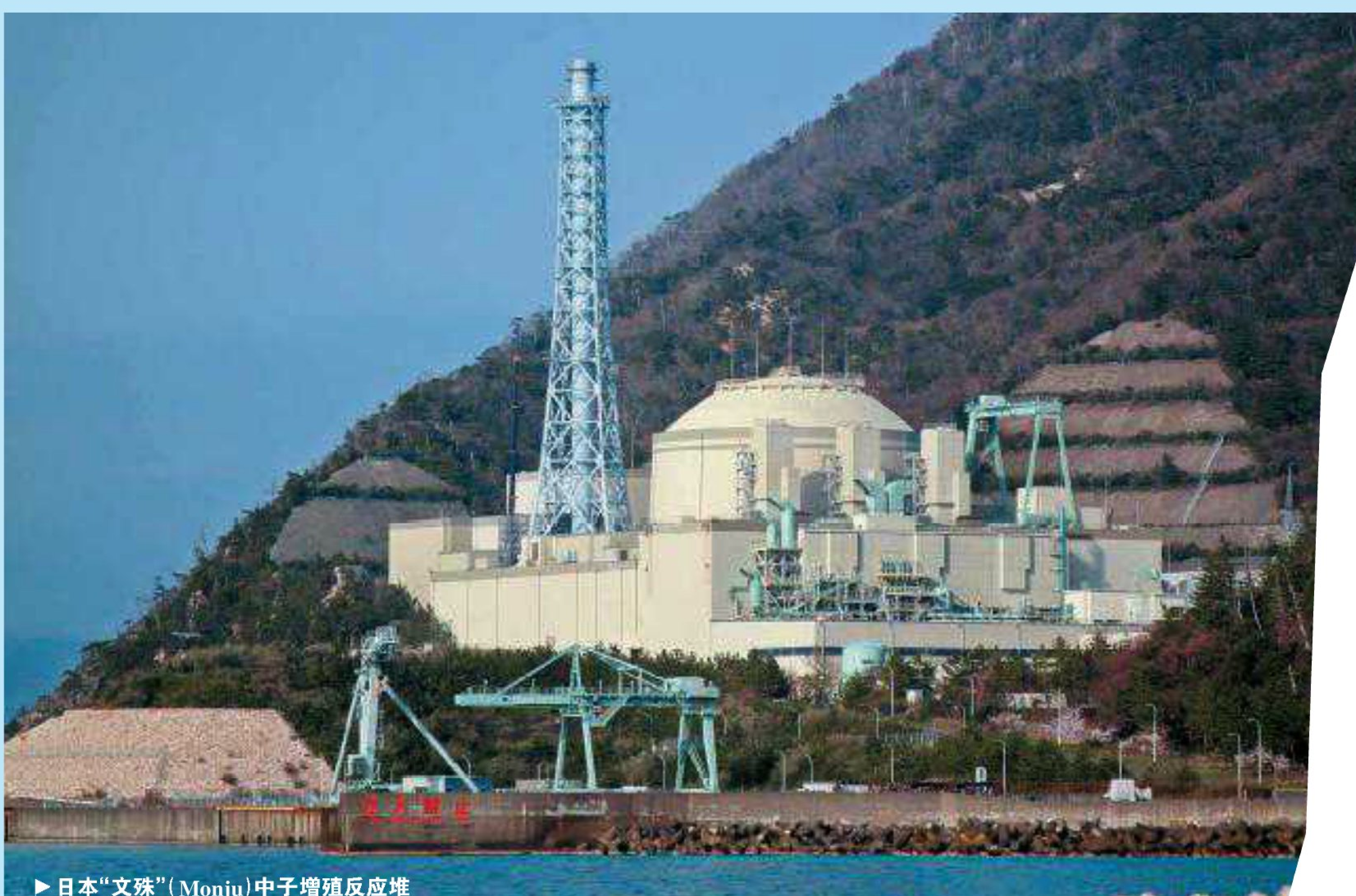


▶K–25工厂局部

击铀^{238}制成的。因此，要获得钚，必须有再辐照铀的核反应堆。当反应堆运行时，铀燃料部分转化为钚。但在燃料棒中，钚与未转化铀、高放射性废物混合在一起。而从燃料棒中萃取钚的工艺也十分复杂。

同铀^{235}一样，铀^{233}也容易发生裂变反应，但铀^{233}在自然界中也不存在。通常是用天然存在的钍^{232}在核反应堆中经中子照射后制成的。

目前，核电站的工作原理与原子弹的工作原理完全相同，只不过“原子弹释放能量不受控制，而核电站是利用核反应堆控制释能的”。但当用铀^{235}作核电站的燃料时，只需10%左右的丰度，且完全可以从国际市场上购买。伊朗核活动动机之所以备受以美国为首的西方国家的质疑，与其执意生产高丰度浓缩铀不无关系。据报道，伊朗多次宣称已成功地生产出丰度为20%的浓缩铀。的确，有了这个基础，若再增加一些扩散级或离心机，生产出武器级铀自然只是时间和决心问题。20%也被核供应国集团定为对核转让接受国生产浓缩铀的上限，因为核武器所用的裂变材料包括任何丰度的钚^{239}和丰度20%以上的铀^{235}，用低于武器级丰度的裂变材料制造的核武器，虽当量受到一定限制，但这种武器仍有军事价值。另一个经常被国际社会怀疑以和平利用核能为幌子而秘密发展核武器的国家是日本，其原因则在于日本曾反常规地历时10年、耗资60亿美元建设“文殊”中子增殖反应堆，因为“建造增殖反应堆的技术之复杂、投资之巨大远远超过发展核武器”。但增殖反应堆的特点是以钚作燃料，且钚在反应堆工作过程中能不断增殖。这样，日本就可以理直气壮地生产钚、进口钚。日本



▶日本“文殊”（Monju）中子增殖反应堆


▶伊朗纳坦兹核设施卫星照片


▶伊朗部署在纳坦兹核设施周围的高炮


▶伊朗总统内贾德视察纳坦兹铀浓缩工厂，两侧是IR-2离心机级联

内阁办公室在2011年9月20日向日本原子能委员会提交的一份报告中称，至2010年年底，日本已拥有30.1吨钚。日本《读卖新闻》在2011年9月的社论中表示，保持钚的库存可以作为一种“潜在核威慑的外交”手段。

是否遵守《不扩散核武器条约》是基础

1968年6月19日，联合国大会通过了《不扩散核武器条约》。条约规定：1967年1月1日前制造并爆炸核武器及其它核爆炸装置的国家为核国家；缔约国家接受国际原子能机构所规定的各项保障；缔约国不制造也不要求任何人提供这方面的帮助等。其中，国际原子能机构“所规定的各项保障”主要包括设计审查制度、核材料衡算制度、报告制度、视察制度等，具有很强的入侵性，目的在于防止和平核活动中将可裂变材料转用于制造核武器或其它核爆炸装置的行为。《不扩散核武器条约》于1970年3月5日生效，有效期25年。1995年4月，在联合国大会上，参加条约审议的178个国家一致同意将《不扩散核武器条约》无

限期延长。至2005年10月，共有188个国家批准加入《不扩散核武器条约》。目前拒绝签署《不扩散核武器条约》的印度、巴基斯坦和以色列，世界上惟一一个加入《不扩散核武器条约》又正式宣布退出的朝鲜，尽管不被承认，但实际上都是有核国家。

《不扩散核武器条约》“所规定的各项保障”被认为是多边核军备控制领域迄今为止最为完备、最为成功的一套核查措施。其对于无核国家而言，加入该条约意味着已“正式以庄严的国际条约形式，承诺放弃核选择”。换言之，只要无核武器缔约国自觉遵守国际原子能机构的规约和安全保障制度，则基本上可排除其将核能由和平用途移作核武器或其它核爆炸装置的可能。

然而，任何事物都是一分为二的，《不扩散核武器条约》所规范的核查措施，国际原子能机构“所规定的各项保障”也不是天衣无缝的。缔约国若阳奉阴违，“明修栈道，暗渡陈仓”，做到“瞒天过海”也不是完全不可能的。譬如，伊朗是《不扩散核武器条约》的缔约国，但若非2002年8月伊朗反政府组织“伊朗全国抵抗委员会”揭露该国正在纳坦兹和阿拉克秘密建造核设施的举动，或许国际原子能机构连这两处秘密核设施的存在以及在纳坦兹正建造一座生产浓缩铀设施的事实都不知晓，就更谈不上对其实施“所规定的各项保障”了。



►1998年印度用来进行核试验的核弹（可能是“夏克提”I热核装置）



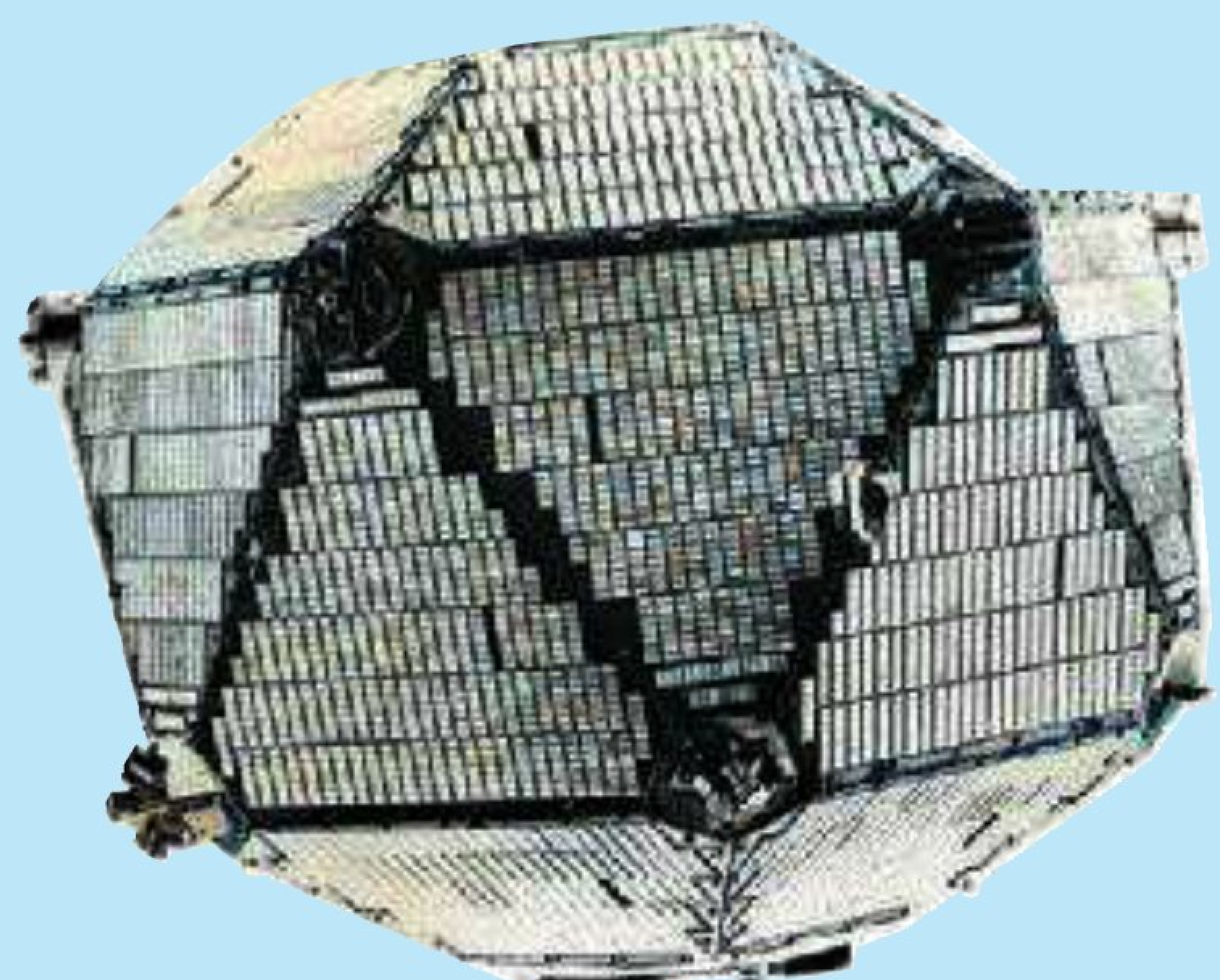
►1998年印度核试验中的“泰姬陵”核爆弹坑

核试验监测是消除悬念的基本手段

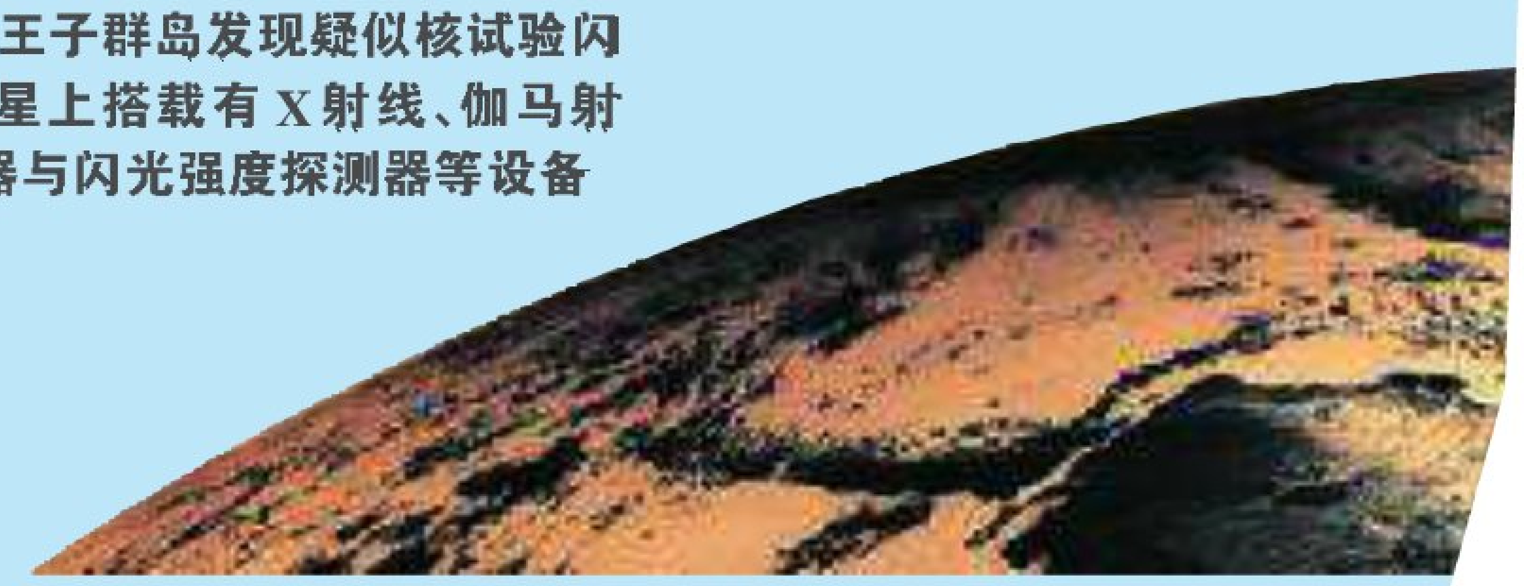
一般而言，和平利用核能，既不需要进行核试验，也可以名正言顺地寻求国际社会的支持与帮助。而与此相对应，核试验对发展核武器虽并非必不可少，但却是最直接、最有效的手段。事实上，即使是美、俄等技术先进的国家，在进行核武器的设计时，至今仍强烈地依赖于设计人员的经验和核武器的试验结果。并且按《不扩散核武器条约》的规定，“有核武器缔约国不得向任何国家转让核武器或其它核爆炸装置及控制权，也不得以任何方式协助、鼓励或引导无核国家制造或以其它方式取得上述武器或制造上述装置或取得控制权”。

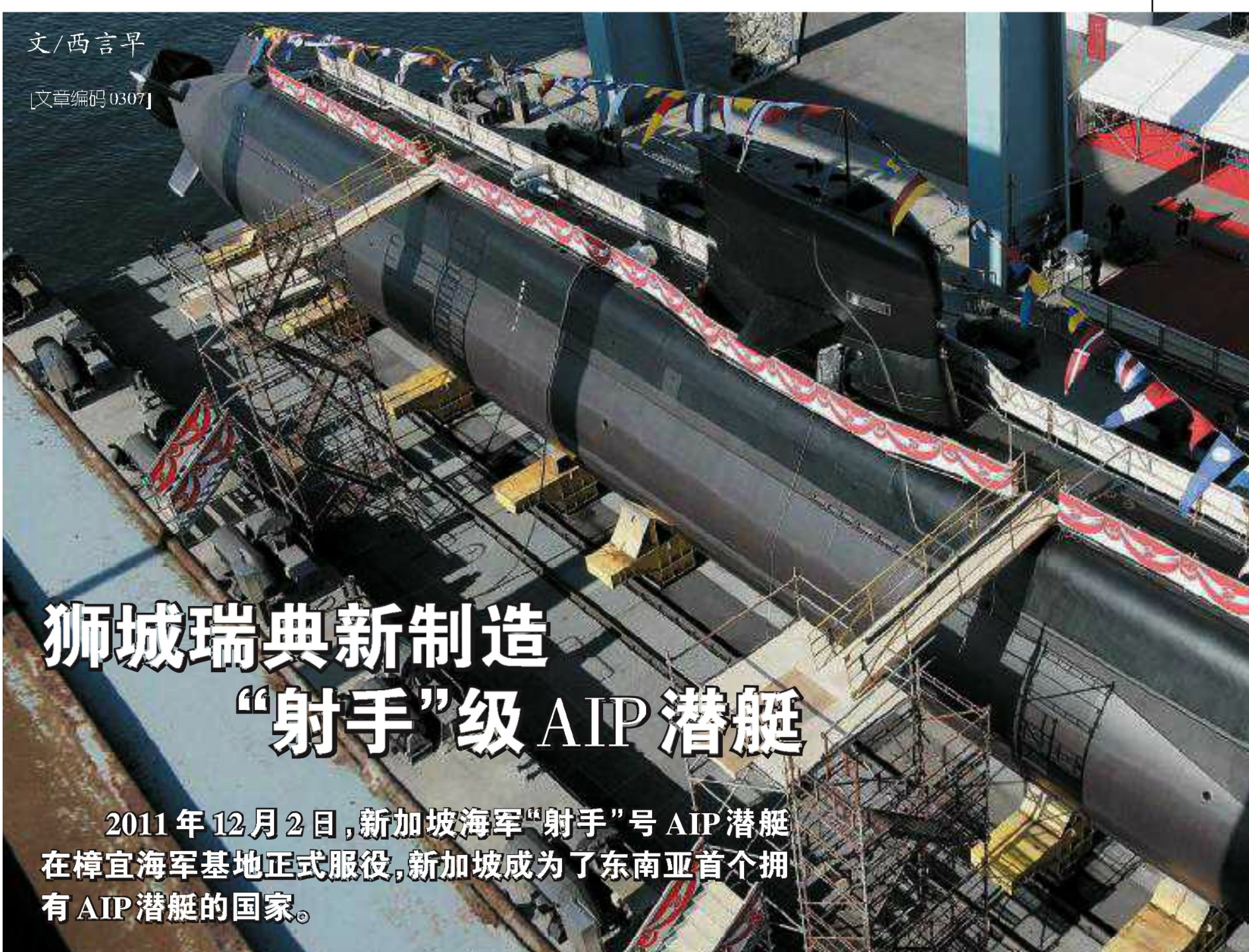
当然，核试验是发展核武器的结果；进行核试验，则是向国际社会证明自己是“核国家”的敲门砖。那么，一个国家，如果愿意并刻意而为，有没有可能做到在进行核爆炸后还不为外界所知呢？答案显然是肯定的。譬如，1979年9月，曾有外刊报道，美国预警卫星在南太平洋上空探测到可能是以色列与南非进行核试验的闪光，但至今仍未予以证实。不过，以后会越来越困难。以较为隐蔽的地下核试验为例，相对于地面核爆炸和空中核爆炸，地下核爆炸冲击波转化为地震波的能量份额更大，而通过遍布全球的7 000余个地震台站，就可对各国核试验场实施有效监测。1998年5月，距印度、巴基斯坦进行地下核试验不到1个小时，许多地震台站就在互联网上公布了相关的监测记录。

1996年9月，联合国大会通过了《全面禁止核试验条约》，要求对一切违约的核爆炸进行监测和核查。该条约还规定建立由采用地震、放射性核素、次声、水声四种监测技术的321个台站组成的、覆盖全球的国际监测体系，同时允许卫星发挥辅助监测作用。其中，若按《全面禁止核试验条约》的要求，在全球设立50个监测能力较强的地震台站，再依靠120个能力一般的台站在需要时提供数据，则威力在1千吨TNT当量以上的地下核爆炸，不论在什么地方进行，都能被迅速探测到。很显然，有了这样一个国际监测体系，任何国家，无论是实施大气层核试验，还是进行地下或水下核试验，都将难以“遁形”。



►1979年9月22日，美国“维拉”核探测卫星在南非爱德华王子群岛发现疑似核试验闪光。“维拉”卫星上搭载有X射线、伽马射线、中子探测器与闪光强度探测器等设备





狮城瑞典新制造“射手”级AIP潜艇

2011年12月2日，新加坡海军“射手”号AIP潜艇在樟宜海军基地正式服役，新加坡成为了东南亚首个拥有AIP潜艇的国家。

文/西言早

[文章编码0307]

来自瑞典的“射手”

2005年11月8日，新加坡国防部与瑞典考库姆公司正式签署采购2艘“西约特兰”级常规潜艇(即“西约特兰”号和“都辛兰”号)合同，军售项目代号“北极光”，这是继“挑战者”级潜艇后新瑞两国再次实现潜艇防务合作。该两艘潜艇被分别命名为“射手”号和“剑客”号。

‘西约特兰”级常规潜艇是考库姆公司20世纪70年代末80年代初设计的，80年代末服役；1999年开始现代化改造，主要是加装斯特林AIP系统和更换电子设备。

成为“射手”级的这两艘“西约特兰”级潜艇又经过了瑞典考库姆公司和新加坡国防科技局联合的全面综合改装升级。该艇加装了一部空调，使其能适应新加坡周边热带浅海海域作战。采用单壳体，艇内采用双耐压舱室设计，当某个舱室渗水时，既确保了潜艇安全，又大大提升了艇员的生存能力。艇艉装备X型艉舵，较传统十字型艉舵效率高，降低了潜艇噪音，减少其磁性信号；四个舵面均有垂直舵和水平舵的双重功能，在水平机动或垂直升降时均发挥作用，且每个舵面都可进行独立控制，大大提升了潜艇机动性能，在濒海作战中优势更明显，尤其适宜在新加坡领海海域作战。

该级艇比“挑战者”级潜艇足足大出300吨，是新加坡海军目前最大吨位潜艇。长60.5米(较原型艇长12米)，宽6.1米，吃水5.6米，水面航速8节(较原型艇慢3节)，水下航速15节(较原型艇慢5节)，水面排水量1 400吨(较原型大330吨)，水下排水量1 500吨(较原型大350吨)，艇员编制28人(较原型艇增加4人)。

就其吨位而言，“射手”级在东南亚地区仅次于马来西亚海军“端古·阿卜杜尔·拉赫曼”级潜艇(水下排水量1 670吨)，比印尼海军性能老化的德制209/1300型“查克拉”级(水下排水量1 395吨)大出105吨。就其总体性能而言，当之无愧是东南亚地区最先进的潜艇。

新加坡需要“射手”吗？

早在1997年，新加坡就从瑞典采购了4艘“海蛇”级潜艇，更名为“挑战者”级；1999年交艇，成为东南亚第一个真正拥有潜艇的国家。因为印尼和马来西亚在此之后也相继加入发展潜艇的行列，新加坡此举还被批评为掀起了新的区域军备竞赛，如今又有2艘AIP潜艇出现在东南亚。对于一个本岛东西仅长42千米、南北23千米、海岸线193千米、领海界线离岸约5.5千米、领海面积不过700平方千米、水深80米的弹丸岛国，真的需要这么多的潜艇吗？

从新加坡的经济来分析，它是一个日常必需品都主要依赖进口的小岛国，因此航运是其经济命脉，海军不仅担负本土防卫，更要保护海运线，确保货运通畅，不受海上封锁威胁。这就意味着新加坡海军需要防守的是包括南中国海和马六甲海峡的航线，而不单是700平方千米领海。

除了海运防卫，先天不足的陆地防御腹地薄浅劣势，也使新加坡在军事上奉行“前线防卫”的作战理论，也就是“境外防守”，而这样的行动不能只靠空军和水面战舰，更需要潜艇支援。以南中国海来说，海床浅，深度不均，海流强而噪音杂，温跃层变化大，让潜艇不易被侦察，潜艇因此成为本区域最致命的海战武器。

而让新加坡海军迫切希望得到“射手”级的另一个原因则是马来西亚。

马来西亚皇家海军自成立以来一直没有装备过潜艇。2002年6月5日，马海军与法国舰艇建造局(DCNS)和西班牙纳凡蒂亚造船公司组建了潜艇建造联盟，并签署两艘“鲉鱼”级潜艇(基本型)的采购合同。



▶马来西亚的“端古·阿卜杜尔·拉赫曼”级潜艇，据说两艘潜艇的采购费用将近10亿美元。最近印尼向韩国购买的四艘潜艇，每艘已是2亿7千万美元。与它们相比，新加坡购买的两艘“射手”级潜艇及其配套(包括后勤和训练)只是1亿2千8百万美元，效费比是最高的



该潜艇是由DCNS与纳凡蒂亚造船公司联合研制建造的新一代常规动力潜艇，甚至采用了部分源于法国新一代核潜艇上的技术。艇艏设计为大青花鱼形，所有机械设备均装备避震缓冲系统，音响信号极低，可执行滨海地区的隐蔽特种作战。所有武器系统装载与操纵均实现自动化。艇艏装备6具533毫米口径鱼雷发射管，可携带18枚有线制导的“黑鲨”重型鱼雷，或F-17鱼雷及Mark-48ADCAP鱼雷，在没有装载鱼雷的情况下可采用18枚SM-39“飞鱼”潜射反舰导弹或30枚水雷。首艇就是“端古·阿卜杜尔·拉赫曼”号。

很显然，马来西亚的“鲉鱼”级性能已经明显超过作为60年代产品的“海蛇”级，新加坡怎能容忍自己海军的优势地位受到挑衅？

2009年6月16日，首艇“射手”号下水，2011年8月17日驶抵新加坡樟宜海军基地，经过一系列海试后于2011年12月2日服役。2号艇“剑客”号2010年10月20日在考库姆公司卡尔斯克鲁纳船厂下水。“射手”级的加盟，令这一天平再次倾向新加坡一方。

“射手”有哪些能耐？

“射手”级AIP潜艇最大改进就是在保留原型艇2台海德摩拉公司V-12A/15型柴油发动机基础上，将原型艇1台法国热蒙·施奈德公司推进电机换装为2台考库姆公司V4-275R型“斯特林”AIP发动机，加装了若干个低温液氧柜及其控制设备等，为此新增了一个AIP动力舱段。

“斯特林”AIP整机无故障运行时间超过5 000小时。尽管航速比原型艇慢，但大大延长了该级艇的续航力。较原型纯柴电潜艇，其静音性能和隐蔽作战能力更强，使其更容易抵达前沿作战海区，增强了投送部队的生存能力。

“射手”级AIP潜艇保留原型艇9具鱼雷发射管，包括6具533毫米鱼雷发射管和3具400毫米



▶能够清楚地看到“射手”号潜艇艇首设置的鱼雷发射管

鱼雷发射管，但所备鱼雷则是更为先进的24枚2000型重型鱼雷、6枚43-2型轻型反潜/反舰鱼雷，或48枚42型水雷，拥有更强战斗力。

2000型鱼雷是萨伯•博福斯水下系统公司62型鱼雷的出口型，长5.99米，直径0.533米，重1 400千克，采用高爆战斗部；发动机采用酒精与过氧化氢燃料，装备1部泵喷推进系统，最大航速超过40节，能同时跟踪和识别几个目标，优先打击威胁最大的目标。2000型鱼雷较原型艇携带的613型鱼雷更先进，具有更好的目标捕捉能力，能打击更远的敌方目标。

43-2型轻型反潜/反舰鱼雷是萨伯•博福斯水下系统公司在43型鱼雷基础上改进而成，采用有线制导方式跟踪和打击目标。

从作战部署上看，"射手"级AIP潜艇将编入新加坡海军舰队司令部下辖驻樟宜海军基地第171中队。该级艇将与"坚韧"级坦克登陆舰、"威武"级隐身护卫舰、"胜利"级轻型护卫舰、"贝道克"级猎雷艇、"挑战者"级潜艇、新型海军飞机一道构筑新加坡未来舰队，一支现代化的未来舰队横空出世。新加坡海军成为东南亚拥有最先进水下舰队的海军。

带来的影响

面对新加坡海军水下舰队快速现代化，其它东南亚国家也不是无动于衷，相继抛出了未来水下舰队建设计划。首先是马来西亚皇家海军，在拥有两艘全新"端古•阿卜杜尔•拉赫曼"级潜艇的基础上，还计划采购4艘该级艇，打造东南亚地区首支6艘全新潜艇舰队。

其次是印尼海军，除了现役2艘区内最老的德制209/1300型"查克拉"级潜艇，抛出了12艘未来潜艇采购计划，企图打造东南亚最大规模的未来水下舰队。再次是越南海军，在拥有区内最小的2艘"山高"级袖珍潜艇(水下排水量275吨，不久将退役)基础上还计划采购6艘俄制"基洛"级潜艇，打造全俄未来水下舰队。甚至连眼下政局比较动荡的泰国，也急于从德国采购6艘退役的206型潜艇，填补了潜艇部队的战力空白。菲律宾海军也有意采购潜艇。

可见，目前包括新加坡在内的东南亚国家已掀起了潜艇采购热潮，水下战场的制高点已成为区内各国争夺的焦点，都希望领跑东南亚水下舰队建设，在水下战场力压周边国家一头。[编辑/严晓峰]


1


2


3

1、"坚韧"级登陆舰全长140米，宽21米，型深13.6米，平均吃水5米，满载排水量8 500吨。最大航速超过15节，续航力5 000海里/15节，全舰编制65人，是目前新加坡海军中吨位最大的作战舰只

2、为了给"威武"级护卫舰选配舰载直升机，新加坡几番周折，最后选定美国"海鹰"。2005年订购6架，已全部交付。"海鹰"是在"黑鹰"的基础上改进的，主要是为了满足海军的要求进行了一些改进和增加了一些执行海上任务的机载电子设备，主要用于反潜和反舰

3、"威武"级就是法国"拉斐特"级护卫舰的改进版。首艘由法国建造，2005年交付。其余5艘以技术转让方式由新加坡建造。"威武"级舰长110米，宽16米，满载排水量3 600吨，人员编制官兵85人。最高航速为27节，以12节速巡航时续航力4 000海里

47.

观察家 Observer

[“坎大哈怪兽”的“楚门世界”]
美国RQ-170缘何坠落?

文/李文盛

[文章编码0308]

2011年12月4日,伊朗宣布“击落”一架美国最先进的无人隐身侦察机。虽然美国立即予以否认,但伊朗电视台紧接着公布了相关画面,美国不得不随后承认有一架RQ-170在伊朗失踪,并要求伊朗归还。美军方人士坚称RQ-170并非被击落,可能是事故导致失控。伊朗则宣称通过先进的电子干扰手段俘获了这架无人机。一时间,“击落”、“劫持”、“失控”等种种传言四起。那么,事件的真相究竟是什么呢?

事件回顾

RQ-170被“击落”可以说是美国近年来对伊朗的种种军事挑衅行动的最大挫折。虽然原因至今扑朔迷离,但近乎完整的美军最先进隐身无人机在伊朗人手中是无可争辩的事实。

“击落”亦或“俘获” 在2011年12月4日伊朗宣布“击落”美RQ-170后,直到12月13日美国政府才首次公开承认无人机掌握在伊朗手中。但美国强调,该机并未入侵伊朗领空,而是在阿富汗西部执行侦察任务时因“故障”失控,飞入伊朗境内后坠落。至此,美国无人机被“击落”成为不争的事实。伊朗电视台称这架无人机是在飞入伊朗东部城镇卡什马尔时被监测到并被“击落”的,该地距伊朗与阿富汗交界处约225千米。

伊朗伊斯兰革命卫队指挥官哈吉扎德就“捕获”美无人机的情况作了介绍:“我们收集的情报和精确的电子监控显示,这架无人机打算执行侦察任务进入我国领空。但该机落入了空军提前设置的陷阱,飞机以最小的损毁程度被击落在伊朗境内。”这番话被外界解读为,“地面部队通过‘网络攻击’方式在本国领空击落这架无人机。”也有媒体认为RQ-170是在伊军装备的俄制“汽车场”电子战系统干扰下被“迫降”的。来自伊朗内部的消息则称,伊朗使用GPS干扰技术,使RQ-170错误判断坐标并降落伊朗国土。虽然伊朗“捕获”美无人机的原因众说纷纭、莫衷一是,但从现代电子干扰技术的发展



现状和伊朗的技术能力,可以看出此次事件的一些端倪。

“坎大哈怪兽”亦或“哨兵” 这里的RQ-170实际上就是指美国的RQ-170‘哨兵’无人隐身侦察机。外界首次知晓这种飞机是在2007年。当时有人在坎大哈国际机场见到了这款新型无人机,奇特的外形让人们给了它“坎大哈怪兽”(Beast of Kandahar)的绰号。2009年12月,面对公众对“坎大哈怪兽”的猜测,美军终于承认“出现在坎大哈机场的灰色飞翼无人机的模糊照片”与RQ-170‘哨兵’有关。此后又有人目击了RQ-170“哨兵”在阿富汗地区出没。该机是一种翼展达20米的亚音速、高空无人侦察机,装备有先进的照相机和传感器。

2009年底,韩国媒体报道,该机在韩国已完成长期测试,并在次年部署于韩国,以取代在乌山空军基地服役的U-2侦察机。外界认为在阿富汗和韩国部署具有高度隐身能力的RQ-170,主要是为了在巴基斯坦和朝鲜,甚至中国西部边境地区完成纵深侦察任务。2011年在美国海军“海豹”突击队突袭本·拉登住所的军事行动中,至少有一架RQ-170“哨兵”对这一区域实施了监控,并为奥巴马及其高级国家安全顾问提供了连续的视频信号。RQ-170同时也监控了巴基斯坦军队的无线电广播,以预警巴军对此次军事行动的反应。这应该是RQ-170首次参加实战。RQ-170此次在伊朗的失利说明这种飞机还长期用于对伊朗境内纵深目标的侦察。

“汽车场”电子对抗系统 这次事件的另一主角是俄罗斯的“汽车场”电子对抗系统。该系统由电子压制设备和被动侦察设备构成,主要包括:1个营自动化指挥所、3个连自动化

杂志惠 www.zazhihui.cc



▶俄罗斯"汽车场"电子对抗系统

指挥所、3个无线电技术侦察站、27个干扰站及1个检测维修站。

"汽车场"主要用于被动地搜寻各种电磁辐射目标，可在全自动模式下对各波段的辐射信号实施探测，并能在短时间内确定辐射源的坐标、参数和型号，然后通过电子干扰，在100×100平方千米范围内向对方发起"电子"攻击。它主要用于保护地面目标免遭敌机轰炸或导弹进攻，最多可以同时压制来自任意方向、飞行高度在30米到3万米之间的50架飞机和直升机的侧视雷达、引导雷达、低空飞行保障雷达及空对地火控雷达，甚至空对地武器上制导雷达设备产生的电磁辐射。

2011年10月25日，俄罗斯联邦军事技术合作署副署长比留林通过俄新社宣布，俄方曾在军事技术合作框架内向伊朗出售了"汽车场"电子对抗系统，并正在就新一批供货进行谈判。该系统能够保障伊朗对进入本国领空乃至在整个波斯湾及里海上空飞行的敌机和导弹进行识别，并做出反应。美国和以色列虽然提出强烈抗议，但这种设备属于防御性质，并不违犯任何条约，因此两国对此无能为力。伊朗虽然没有公布该系统在"俘获"美国无人机中的作用，但从RQ-170等大部分无人机的导航原理就可发现该系统很容易对无人机构成威胁。

RQ-170的导航原理

RQ-170的飞行导航控制与其它无人机大同小异，这成为其折戟伊朗的重要原因。

数据链控制 大多数无人机基本都是接受地面控制站的控制。像"捕食者"这样的远程无人机，由于地球曲率对信号传播的影响，无法通过地面微波系统通信，也都是通过卫星数据链进行通信控制。例如，"捕食者"头部的隆起中装有一台向上仰起的卫星天线，在伺服系统控制下跟踪卫星转发器方向进行通信。通过机载传感器和微波或卫星数据链，控制者可以在数十千米之外，甚至大洋彼岸的己方本土对无人机进行控制。外界估计，RQ-170机头虽然没有空间容纳像"捕食者"那样的传



▶2007年出现在阿富汗坎大哈国际机场的RQ-170

统锅状卫星天线，但可能采用了更先进的平板相控阵天线。国外航空专家根据公开的图像判断，RQ-170配备有光电/红外传感器，机身腹部的整流罩内可能安装有主动电子扫描阵列（AESA）雷达，机身顶部或翼身结合部的两个凸起整流罩内可能装备有平板相控阵卫星天线。利用这种卫星数据链，可由美国本土发出指令，卫星中继，用无线电控制来实现RQ-170的飞行导航控制。这种方式的关键是，数据链既要传送飞机拍摄的实时侦察影像和飞行高度、速度、航向、坐标等飞行状态信息，同时还要将地面控制信号回传到飞机控制系统中。

自主导航 自主导航是大多数无人机必须具备的功能，因为数据链对无人机的控制可能受到人为或自然干扰而短时中断，再就是大量数据的长时间传送势必使数据链辐射大量电磁信号，从而暴露其意图和飞机位置。为了解决这一问题，无人机通常装有与导弹类似的陀螺惯性导航（INS）装置。这种系统不依赖外部信息，几乎不受任何干扰，可以实现自主导航，但是最大的缺点就是存在累积误差，导航精度随着时间的增加而下降。INS的精度一般以每小时偏移的角度来表示，在完全依靠





▶美国的"捕食者"和"死神"（上）无人机的"大脑袋"里都装有锅状卫星天线，可以通过卫星数据链进行通信

INS系统导引的情况下，其偏移率越小，导引的精度就越高。当INS的偏移率为每小时1度时，对近程短时间飞行的武器（如"杰达姆"）来说，其影响可忽略不计。但对飞行时间超过1小时的远程无人机来说，INS系统这样的偏移率将有可能造成几十千米的偏移距离。这就需要GPS进行修正，但GPS信号却较易受到干扰。这可能就是伊朗人所说的美国系统的"软肋"，也就是外界所说的RQ-170的"阿喀琉斯之踵"。这种导航方式和数据链控制应该是自动切换的。通常无人机侦察飞行的路线、高度等信息事先可以通过航迹规划系统结合需要侦察的目标情况，完成其任务规划，可在无人机起飞前装定上机，也可以通过数据链系统远程临时更改。一旦数据链信号不佳，即可切换到自动导航模式。

需要注意的是，这种模式切换可能是在突然情况下发生的。按照设计，系统应该首先检测GPS信号，以确定自身的空间位置，然后校对惯导系统，纠正目前位置与机载的飞行航迹

规划图上位置的误差。也就是说，在此后的导航过程中，卫星导航与惯性导航这两种控制方式是以卫星导航为优先的，这实际降低了惯导的自主性，成为RQ-170真正的软肋。

应急导航控制　这种控制方式是建立在自主导航基础之上的。RQ-170失踪后，美军证实了这种控制方式的存在。这种方式实际就是"自动返航"设计，就是当飞机与地面失去联系后，在一定时间内，自动转入返航模式。它可以按照飞机记录的此次飞行航迹，或按照坐标位置取捷径直接返回出发地，主要是为了保证飞机失控后，可以最终自主返回机场。



▶被伊朗"俘获"的RQ-170，其翼身结合部的两个隆起里面可能装有平板相控阵卫星天线

"击落"RQ-170的可能方法

目前，采用何种干扰方式"击落"RQ-170众说纷纭。伊朗方面说"破解数据链，输入引导数据致其迫降"。这一说法被理解为采用类似"黑客"攻击的方式实施了网络攻击，但被大多数军事专家所否定。因为这个难度太大，而且是碰运气。其"击落"点深入伊朗境内225千米，因此采用卫星数据链的可能性较大。卫星数据链天线方向通常向上，且波束较窄，被电子侦察到是有可能的，但得到稳定的可破译信号的难度较大。因此通过破译而进入飞机内部数据链系统的可能性不大。最有可能的是采用GPS信号欺骗的方式，并辅助有其它多种干扰方式。

可能的电子干扰方式　针对无人机的无线电干扰通常有阻塞式干扰和瞄准式干扰，以及欺骗式干扰。阻塞式干扰频带宽，但能量分散且敌我不分。瞄准式干扰能量较为集中，但需要掌握敌方工作频率。欺骗式干扰则是要破解或复制敌方信号，与被干扰对象形成应答关系。这几种方式在对GPS卫星信号的干扰上都存在。

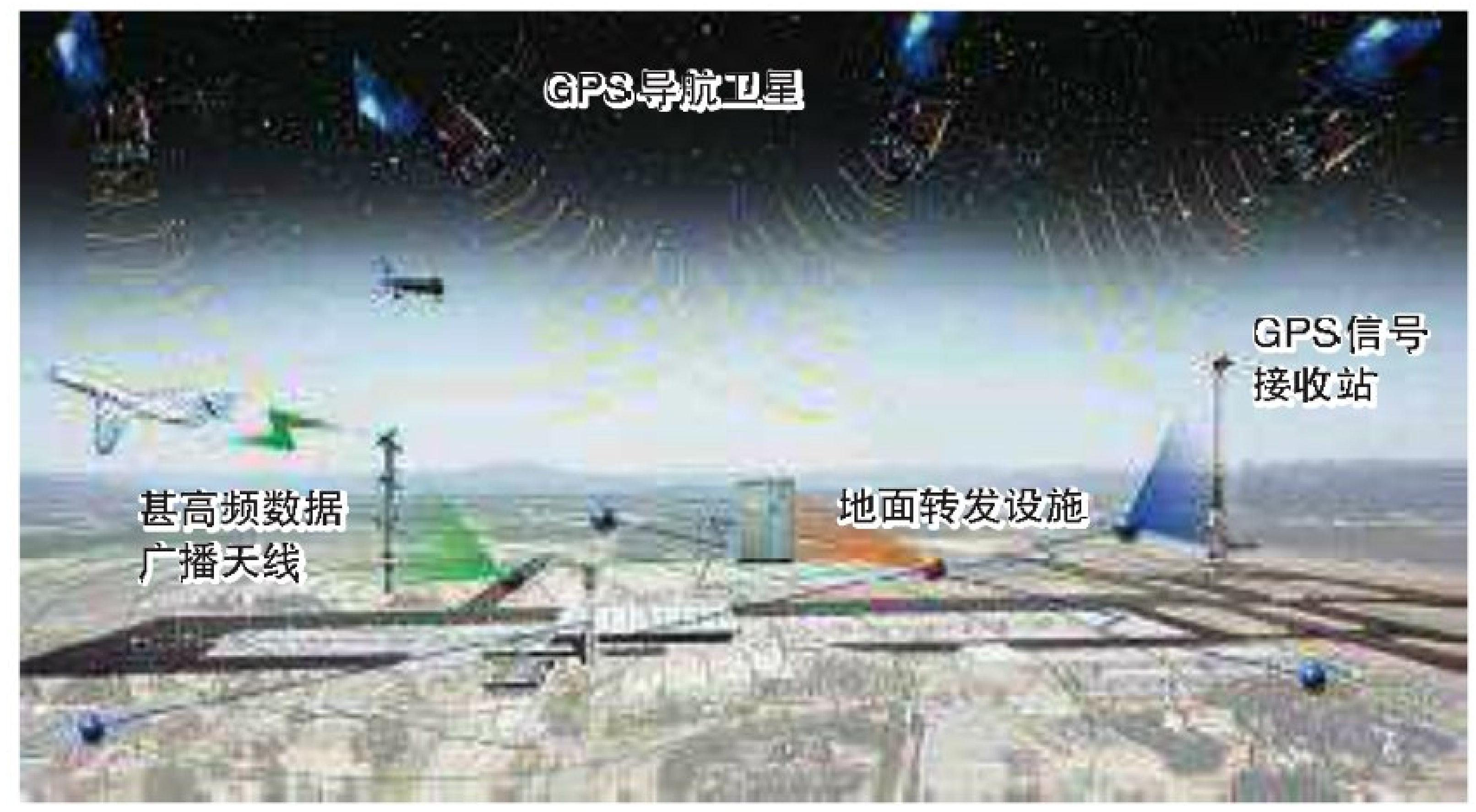
阻塞式和瞄准式干扰是通过发射干扰信号压制GPS卫星信号，使GPS接收机接收不到信号而无法定位，达到干扰目的。这种干扰技术门槛比较低，易于推广。目前市场上就有商用干扰器，可以屏蔽数米范围内的GPS信号，使汽车或商品上的GPS跟踪器失效。俄罗斯设计的廉价GPS干扰机现在到处可以买到，甚至可通过因特网采购到。这种干扰机重3~10千克（不含电池），价格低于5万美元，能对美国现有GPS系统的四个频段实施有效干扰，但作用距离有限。



▶无人机的地面控制站，不仅可以接收无人机侦察到的信息，还可控制无人机的飞行

欺骗式干扰是发射与GPS信号具有相同参数（只有信息码不同）的假信号，干扰GPS接收机，使其产生错误的定位信息，这使其所需功率大为降低。研究表明，输出100毫瓦的全向天线干扰机就可能对16千米范围内使用GPS制导的导弹和炸弹造成严重干扰；输出100瓦的全向天线干扰机，可使1 000千米范围内该种武器的GPS受到干扰。这使美军担忧"只要敌方装备了简易的干扰机，就很容易破坏美军利用精确制导武器进行外科手术式打击的能力"。俄罗斯在1999年研制出一种便携式干扰机，干扰功率为8瓦，可以对美国GPS卫星使用的两个频段进行干扰，也可以干扰GLONASS的两个波段。这种欺骗式干扰原先只是为降低GPS制导武器的打击精度，但只要巧妙利用，就可以发展成更新的欺骗模式，实现"俘获"RQ-170的目的。这很可能就是伊朗使用的导航系统虚拟技术。

虚拟导航系统构建　这种方式实际是利用各种方法虚拟构建一个无线电导航环境，其频率和编码均与某个异地实际GPS信号相同，GPS接收机就会接收这个异地位置坐标信息，从而达到欺骗无人机的目的。这一方法最早是美国为对抗GPS干扰而开发的。美国国防预研局（DARPA）为对付敌方干扰机对GPS的干扰，研究了一种与以往完全不同的技术途径，即GPS伪星座方案。该方案是利用装载在无人机或地面上的转发器，在战场上空构成一个伪GPS星座，由它以高功率播发经放大的加密GPS信号，以压制敌方干扰信号，为己方或盟友提供精确导航信号。由于使用真正的GPS星座导航时，GPS接收机开始必须知道卫星的位置信息，因此GPS伪卫星将使用低数据速率信息，将4颗移动的伪卫星的位置告诉接收机。按照机载伪卫星方案，无人机必须不断地播放它们的位置信息。与使用真实卫星星座相比，GPS定位精度的总误差将增加约20%。美国国防预研局在7 600米高的"军刀"运输机和3 000米高的"猎人"无人机测试的伪卫星表明：使用机载伪卫星，定位精度降低到了4.3米，而使用真实卫星的定位精度是2.7米。为了提高定位精度，4颗伪卫星不必都安装到无人机上，可以组合使用地面站和无人机，缺点是覆盖区域将减小。如果伪卫星发射100瓦的信号，地面接收机接收的信号强度将比使用真实卫星时提高45分贝，从而避免敌方的干扰。美国已在由3个飞行中的伪卫星和一个地面站组成的伪星座上对这一能力进行过测试。



▶利用甚高频广播系统构建的虚拟定位系统示意图

虽然这一技术是为对抗GPS干扰而开发的，但如果无人机或地面站转发的是加入一定距离差的信号，那么较强的转发信号就会淹没真正的卫星信号，从而使接收机接收到加入误差的数据，使无人机或制导武器上的制导系统偏离实际位置一定距离。例如，如果在转发信号中都加入50千米误差，则制导炸弹只会打击50千米外的虚拟目标，飞机可能也会认为自己在50千米外的某个位置飞行。如果加入的是RQ-170驻阿富汗某地的机场与伊朗某机场的方位差，RQ-170就会把伊朗某机场误认为是阿富汗某地的机场。这一技术的关键是要对GPS信号迅速解码，并成功将误差信号加入接收到的GPS信号中，然后转发出去。

实际上还有一种简单的、无需解码破译的虚拟导航系统构建方法，就是目前许多国家开发的“镜像”干扰技术。这是运用通信中继原理，把一个地方接收到的GPS信号通过中继通信链路传送到另外一个地方放大转播，从而回避了解码难题。这种方式只要掌握卫星的下行频率，运用解调方式将一地的位置信息调制成电信号，再利用无线电台、有线网络、民用移动通信网络等方式中继传送到异地，并运用与卫星相同的下行频率以大功率放送出去，就可在异地一定范围内构建一个新的导航系统。例如，如果把上海某机场的GPS信号通过网络实时传送到北京机场，并通过转发器在GPS频点上放大播放，即可压制实际GPS卫星信号，在北京机场一定范围内构建一个上海机场的‘克隆”导航环境，这个范围内的GPS接收机将显示上海某机场的信息。

早在2011年9月，伊朗革命卫队防空总部负责电子战的副司令格利扎德将军，就向伊朗波斯新闻通讯社描述了伊朗如何改变GPS制导导弹的弹道——这一战术更容易应用到飞行速度低的无人机上。其称：“我们手上有现成的计划，它比通信阻塞先进一个层次，即‘欺骗’入侵系统。我们能够为它设定我们想要的参数，这样导弹的飞行路径就会指向我们想要的目的地。”格利扎德说“所有敌方无人机的运动轨迹”都被监控，而‘阻断”它们的工作“一直都在我们的日程之上”。据称，这次采访很快从波斯新闻通讯社的波斯语网站上被撤掉，并且这位还比较年轻的将军很快被宣告死于心脏病。

“击落”过程分析　虽然构建虚拟导航环境可以欺骗无人机，但要俘获它仍需要运用多种技术。国外媒体援引一位参与破解RQ-170的伊朗工程师的说法称，伊朗电子战专家切断了RQ-170的通信链接，然后使用从先前坠毁的美国无人机上获取的知识，再加上2011年9月伊朗司令官宣布拥有的技术，重新设置了无人机的GPS参数，使其误认为它是在阿富汗的基地降落，而实际上它在伊朗境内着陆。他称：“通过在通信中设置噪音（阻塞），迫使它进入自动驾驶状态，”然后使用“欺骗”技术——设定精确的着陆高度以及经纬度数据——使这个无人机‘按照我们预想的地方自动着陆”。这种“电子埋伏”方法的可行性被包括美国在内的众多国家的军事专家所肯定。


▶RQ-170的三面图，外形与B-2有几分相似，体现了隐身设计

从伊朗工程师的叙述可以对伊朗的“击落”过程进行一定程度的还原。伊朗工程技术人员在对以前击落或坠毁在伊朗境内的美国无人机的研究中发现了美无人机的GPS型号或核心芯片类型，以及自动驾驶仪的工作原理。由于美国无人机等军用产品为降低成本，大量采用了商业技术标准和商用部件，使保密程度大为降低，伊朗有可能对其工作机制和保密方式进行破解。即使没有破解，也可以大致了解工作原理。

据此，伊朗利用“汽车场”电子对抗系统和部署在境内的大量无线电转发器，在RQ-170飞行航线的必经之路设置埋伏。当RQ-170进入设伏地区，“汽车场”系统在先前侦察到的若干个无人机数据链频段实施阻塞式电子干扰，切断其与中继卫星或地面站的联系，迫使无人机转入自动驾驶状态。一旦进入自动驾驶，机上导航系统将搜寻GPS卫星信号以修正惯性导航系统参数。但侦察数据无法回传，也得不到具体操作指令，这种状态持续一定时间后，机上自动驾驶装置将不得不进入自动返航模式。此时，等待已久的大量GPS转发器开始工作，其将接收到的GPS信号传送到中心解算站，利用大型计算机解算，然后叠加入早已计算出阿富汗境内RQ-170的母机场与伊朗设伏机场的方位差信号，再通过境内微波线路或网络将新的GPS信号发送到设伏地域内的各转发器，从而构建一个虚拟的卫星导航环境。在RQ-170再次接收GPS信号时，它会自动跳转到应该在数十分钟后的返航线路点上。也就是说，RQ-170实际在伊朗境内，而自己却认为已经返回到了阿富汗境内的母机场附近。机上自动驾驶仪控制飞机在虚拟的母机场上自动降落。

从伊朗在国家电视台展示的RQ-170看，其左翼有一个凹陷，起落架和着陆装置被两面反美的条幅所掩盖。这很可能如伊朗工程师解释：“如果你比较一下我们让它着陆的地方和它在基地着陆的地方，两地几乎是相同的海拔。但是，它们还是有几米的高度差，而无人机还是按照原设定的高度着陆，所以它的腹部就在着陆时受损了。这就是它为什么在视频中被蒙住腹部的原因。”

这种虚拟构建技术从天方夜谭已经走进了战争现实，其所构建的新导航环境就如美国好莱坞名片《楚门的世界》。电影讲述某电视机构为满足人们的好奇心，为一个名叫楚门的人营造了一个小镇。他在这里从幼儿长大，这里有他的亲人、工作、



迷你“阿帕奇”？波音AH-6i武装直升机

文/温 杰

[文章编码0309]

2011年11月13日，盛况空前的第12届迪拜国际航空展隆重开幕。为了抢占中东市场，美国波音公司派出了强大的参展阵容，全面展示和推销各种民用客机和军用飞机，其中尤为引人注目的是AH-6i武装直升机的现场飞行表演，充分展现了机敏的飞行性能和强大的攻击火力，旨在尽快寻找到启动用户。

衍生平台应运而生

AH-6i直升机的“血脉”可以追溯到20世纪60年代初，当时休斯直升机公司设计的369原型机成功赢得了美国陆军轻型侦察直升机计划，并被命名为OH-6A型，绰号“印第安小种马”(Cayuse)。它凭借小巧的结构尺寸和较低的噪声水平，显示出独特的战术优势，在越南战争中完成了空中观测、目标识别、指挥与控制等任务，表现不俗。

后来，该机进行了几个批次的改进，并被麦道公司命名为MD500“防御者”，在世界上销售了471架。期间，它还成为美国陆军特种作战部队执行秘密任务的理想平台，先后衍生发展出AH-6系列和MH-6系列，分别用于火力攻击和突击运输任务，最后统称为AH/MH-6直升机，因作战响应迅速和飞行动作敏捷被形象地喻为“小鸟”(Little Bird)。这个非官方的名字已经被广泛接受。

初恋等等，但周围这些全都是电影演员，他的一举一动都被实况转播，成为电视台的名牌节目。而楚门自己却快乐地生活在这个虚拟的世界中，直到一个同情他的女演员暗示他，他才发现了周围世界的虚假。不过，美国的“坎大哈怪兽”直到降落也不会明白自己是怎么成为伊朗人的猎物的。

值得总结的经验

这次事件既可以看出伊朗工程技术人员的聪明才智，也可看出现代无人机技术和卫星导航系统存在的种种隐忧。

导航方式切换存在漏洞 从RQ-170工作原理可以看出，它在遭遇干扰而导致数据链中断后，会迅速切换到自动模式，并依据卫星定位信号修正导航系统。在这一过程中无人机导航系统并没有发现航迹的突然跳转，也就是其飞行航迹在被欺骗后，迅速跨越了数十、甚至数百千米的不合理情况并没有引起飞机导航主计算机的警惕，而按照新的坐标和高度数据飞行。但如果无人机发现了问题，而拒绝修正，就只能依靠惯性导航来返回数百千米外的母机场。这种方式的飞行误差非常大，这无疑成为设计者的两难选择。

飞行线路固定不变 这次伊朗之所以一举完成“俘获”，需要长期、大量的情报积累。不但需要积累大量的数据链信号以供破译分析，还要研究其频率特征、开关机规律；不但要统计分析前期无人机侦察飞行航线规律、出现时间，还要部署大量信号转发器，并设计开关机、发送信号的战术。伊朗能有条不紊地完成前期准备，与美国无人机侦察飞行航线长期固定不变有关。2011年1月，伊朗军方就宣称，其已经打下两架常规(非隐身)无人机；7月，伊朗向俄罗斯专家展示了几种美国无人机，包括那架曾经侦察过弗多地下铀浓缩工厂的无人机。正是这种长期跟踪和严密观察，才使伊朗掌握了美国无人机的飞行规律，为最终“俘获”奠定了基础。

卫星导航技术存在安全漏洞 这次事件也再次为GPS的安全性敲响了警钟。目前，美国作战系统严重依赖GPS系统。2010年美国空军在对GPS地面控制系统升级时出现失误，导致近百种使用GPS接收机的武器和作战系统瘫痪。美军参谋长联席会议主席曾说过：“如果没有了GPS系统的支持，美国甚至连一场战斗都无法取胜，更不谈打赢一场战争了。”过去大家只认识到GPS信号弱，容易被压制，而现在来看，它不但容易被压制，更可怕的是还容易被欺骗。过去只是武器打不准，而现在可能是会被敌人欺骗而打击到己方目标。

这次事件无疑开创了世界电子战的又一先河，将电子战带到了一个更高的境界。这次RQ-170被“俘获”将成为世界电子战历史上的一个里程碑。

[编辑/李海峰]

2004年，波音公司针对美国陆军新一代武装侦察直升机（ARH）计划的投标要求，提出了“任务增强型小鸟”（MELB）投标方案。但是，由于“小鸟”直升机是一种相对较小的平台，不仅缺乏先进瞄准系统，还存在火力不足的致命缺陷，最终在2005年7月惜败于贝尔公司的贝尔407改装方案。此后，波音公司并未气馁，而是针对“小鸟”的先天不足，进一步加大改进力度，期望借助于MELB方案重整旗鼓。

时隔两年后，ARH-70项目因成本超支和进度延迟，陷入了麻烦之中。波音公司似乎看到了一线生机，于是在2007年5月提出用AH-6M替代ARH-70A的建议。2008年，五角大楼决定终止ARH-70A直升机的研制工作，而伊拉克政府也在此时寻求从美国购买24架武装直升机，以加强自身武装力量建设。正是看到了国内和国际市场的潜在需求，波音公司当机立断，决定在AH-6M的基础上发展一种综合作战效能更好的轻型攻击平台。于是，全新的AH-6方案逐渐浮出水面。

同年10月7日，波音公司在美国陆军协会的年度会议上正式宣布了AH-6轻型攻击/侦察直升机计划。针对不同用户需求，这项计划又细分为AH-6S型和AH-6i型，前者主要满足美国陆军重新启动ARH计划的要求，并特意命名为“凤凰”（Phoenix），意喻历经考验而重生；后者旨在瞄准国际市场，满足一部分国家军队的作战需求。2009年9月16日，AH-6i直升机成功完成首飞。

此后两年中，波音公司一直在国际市场大力推销AH-6i。虽然在竞争伊拉克陆军的订单中遗憾的输给了贝尔公司，但这一地区对AH-6i感兴趣的国家仍然为数不少。2010年5月，约旦表示有兴趣订购AH-6i。同年10月，沙特表示有意购买36架AH-6i及相关武器装备。《简氏防务周刊》曾经报道说，约旦已经签署合同，成为启动用户，但约旦方面强调只是刚刚开始谈判。

总体性能不断提升

时隔半个世纪后，AH-6i直升机除了机身外形变化不大外，在动力装置、旋翼系统等方面脱胎换骨，大幅度提升了总体性能，为更加有效地执行攻击任务打下了基础。

“小鸟”直升机最鲜明的特点是机身外形，通常被形容为水滴状，也被形象地称为“飞蛋”。而AH-6i的外部轮廓已经有所改变，早期圆圆的机头变得更加尖削，下面安装了一个双模式搜索灯。目前，这个突出的部位内安装了现代化座舱所需要的线路系统和几个接线盒，并在下部加装了一个传感器转塔。

为了进一步提高战场上在被击中后机组人员的生存几率，AH-6i的机身加长了38.1厘米，相应加大了机身的后舱门，便于装卸和补充弹药。在尾部，该机不仅沿用了AH/MH-6M系列直升机的T型尾翼设计，可以在飞行速度增加的情况下提供更好的气动稳定性，同时还承袭了4桨叶尾桨，在飞行过程中可以降低噪音，有助于执行侦察任务。

AH-6i不仅各种结构变化明显，更重要的是显著改进了性能。与前辈“防御者”500相比，其最大起飞重量已经从1 361千克增加到2 132千克，使用升限从约4 267米增加到6 100米，海平面最大速度从约209千米/小时增加到245千米/小时。

AH-6i的性能提升得益于发动机和旋翼系统的改进。针对该机的任务要求，波音公司集成了罗罗公司的250-C30R/3M型涡轴发动机。与“小鸟”直升机的改进过程相类似，250型发动机在过去半个世纪里也得到了显著发展，早期型号功率只有236千瓦，最新型号高达603千瓦。

250-C30R/3M型涡轴发动机通过改进离心式扩压器喉道面积和采用尺寸更大的压气机叶片，使空气流量增加到3千克/秒，增压比达到9.2。更重要的是，该发动机加装了全权限数字式电子控制系统，可以更好地实现发动机起动，控制流入燃烧室的燃油，限制扭矩和燃气温度。

AH-6i换装了功率更为强大的发动机后，凭借着6桨叶主旋翼系统，增加了载重能力，具有更高的低空飞行速度，并达到了美国陆军提出的要求，在白天35°C情况下能够在1 830米高度悬停。对此，波音公司试飞员托德·布朗表示，该机可以实现快速的俯仰和滚转，非常适合于近距作战。

然而，AH-6i在改进过程中并非尽善尽美，仍然留下一些“遗憾”。一是沿用了原来的传动系统，在输出功率上受到限制，只能提供442千瓦，未能充分发挥潜力，但也为进一步提升性能打下了基础。二是没有采用液压系统来改善飞行控制，飞行员仍会感到操纵负荷较重。但AH-6i在执行近距空中支援任务时仍然具有足够的灵活性和稳定性。

攻击威力不可小觑

AH-6i的另一特点是采用了全新的综合数字化驾驶舱，两



►AH-6i直升机的“祖宗”——OH-6A侦察机



►由贝尔407改进而来的ARH-70直升机。该项目搁浅，使曾经的竞争对手AH-6直升机重燃希望



▶AH-6i直升机在迪拜航展上进行飞行表演，旨在赢得中东用户的订单



▶在ARH-70项目终止后，波音公司提出了AH-6S方案，以备陆军重启ARH计划

块大型彩色显示器可以显示全部飞行参数和战术信息。值得一提的是，该机成为第一种利用了“阿帕奇”Block Ⅲ直升机软件包的“小鸟”，在驾驶舱软件的通用性方面达到了90%，可以利用战术通用数据链与其它直升机和地面站之间保持实时联系。

当前，武装直升机的出色性能无不得益于世界上最先进的传感器。美军第160特种作战部队装备的AH-6、MH-47G和MH-60M直升机均采用了雷锡恩公司的ZSQ-2光电/红外传感器和目标指示器，可为直升机提供导航、监视和目标瞄准能力，提高了态势感知能力。但是，ZSQ-2尚未获准出口，因此波音公司为AH-6i选择了L-3通信公司Wescam分公司研制的MX-15D成像转塔。

MX-15D转塔重45千克，内部集成了光电/红外、前视红外等6种传感器，可以提供百万像素级的高分辨率彩色视频，并带有激光指示器。传感器采用了在分辨率和瞄准线稳定方面优化的大孔径光学系统，具有较远的识别距离，能够在昼夜和全天候条件下实时获取精确信息，并可靠识别难以探测的小型目标。

随着动力装置和旋翼系统的性能大幅提升，AH-6i明显增加了攻击载荷，各种武器分门别类地挂载于机身两侧延伸出的短翼上。在波音公司展示的典型构型中，右内侧挂点携带了一门7.62毫米的M-134机枪，左内侧挂点携带一门12.7毫米的GAU-19机枪。凭借这两门速射机枪，AH-6i可以很好地应对突然出现的敌人。

再看外侧挂点。该机在右侧可以挂载两枚半主动激光制导的AGM-114“海尔法”导弹，在左侧通常携带了一个M260火箭发射巢，用于安装7枚70毫米折叠翼火箭弹。目前，随着精确制导火箭弹的逐渐成熟，非制导火箭弹很可能被一种直接攻击制导火箭弹（DAGR）所替代。

洛克希德·马丁公司研制的DAGR武器系统不仅具有精确对地攻击能力和良好的机动性能，还具备一定的离轴发射能力。这种武器的特点是低成本、低附带损伤，并且充分考虑了与“海尔法”系列武器发射装置的兼容性，能很好地弥补“海尔法”Ⅱ导弹的不足。

可以看出，随着先进传感器和精确制导武器的小型化，AH-6i的侦察与攻击能力已经不可小觑，适合于承担武装护航、近距支援和作战搜索等任务，因此将其称为“迷你阿帕奇”似乎也不为过。在本届迪拜航展上，先后有12家潜在客户对AH-6i表示出兴趣，为此，波音公司正在积极推动谈判进程，期待尽快签署第一笔订单。

[编辑/秦蓁]



▶AH-6i采用了先进“玻璃座舱”，更重要的是集成了“阿帕奇”Block Ⅲ的软件包



▶2009年7月，AH-6M直升机在尤马试验场成功地试射了直接攻击制导火箭弹。该弹可以弥补“海尔法”导弹的不足

炮膛除油不可轻视!

文/杨英梅

[文章编码0310]

火炮膛线

为了确保弹丸始终是弹尖向前飞向目标,有的火炮在身管内壁上要加工出若干条均布的平行螺旋槽——膛线。火炮发射时,弹丸靠镶嵌于自身上的弹带(常由软铜等制造)卡入膛线,火药气体即可使弹丸绕其弹轴高速旋转运动,即产生急螺稳定效应,以确保弹尖始终向前。为了保护好膛线不受环境腐蚀生锈,不射击时膛内必须涂以炮油,射击时又必须将其除掉。这在一般火炮的使用说明书中,都是有规定的。

从国外传回的信息

然而正是这项简单的工作,却在1983年的国际市场上出现了轩然大波。当时某国购买了我国已连续生产三千门的金牌火炮若干门,交货后不久,却突然传来有多门火炮的身管出现膛线脱落的问题,即在身管的某一区域或是连续几条阳线剥落。对方认为产品质量不佳,要求我方查明事故原因,采取补救措施。对方还对我方派出的核查人员加以重重限制,不安排我方人员前往现场查看实际使用情况,拒不说明事故发生的情景及过程,仅提供了由前方运回的身管残件供我方观察分析。并说,若此问题不能妥善合理解决,将要求赔偿部分火炮和弹药。

查找原因

此事如处理不当,不仅会给国家和工厂带来巨大的经济损失,还会严重影响国家的声誉,给国家和工厂刚刚开创的军贸事业带来极大威胁。

对此,国家和主管部门高度重视,部级机关和北方公司多次召开会议,要求工厂:火炮、弹药及身管材料厂家认真分析研究,提出处理的方案与措施;为最大限度减少损失和考虑与用户操作有直接原因的程度,决定以火炮为重点,开展查找故障原因的工作。

生产厂作为生产和出售火炮的总体厂,立即组织各专业人员和厂家分析研究,认为故障发生的缘由应该是以下三点:我方的火炮身管、弹、药的加工质量或强度不足,致使膛线脱落;对方使用的弹药来自苏联、罗马尼亚、埃及和朝鲜等多个国家,其货源的质量及保管条件欠佳所致;对方仓促备战,兵员训练不足,违规操作所致。

按上述要求,工厂首先对该批身管的化学成分、机械性能、机床设备、工艺工装、质检记录,以及工厂的射击验收试验等做了全面认真的复查,结果没有发现任何可疑之处。与此同时,也对火炮使用操作进行了分析。当时认为膛内残留异物所致,于是工厂对膛内有沙石杂物、药筒防潮盖未拔出以及弹丸除油不彻底等组织了排查,但通过射击试验,均未发现类似情况。在复查往年产品合格证记录中,记载过在七十年代有一门152毫米加榴炮出现过类似现象。当时认为是由于射击前膛内涂油未除净所致。幸运的是当年遗留下的身管还在,经查看分析,认为此情况与该国发生的现象很相似,于是工厂便组织了"违规操作"的验证试验。试验前先在膛内分别送入0.15~1.0左右的炮油块,射击后检查,居然再现了膛线脱落的现象。这证明了该国射击前膛内涂油未除净,而导致了膛线脱落的现象。

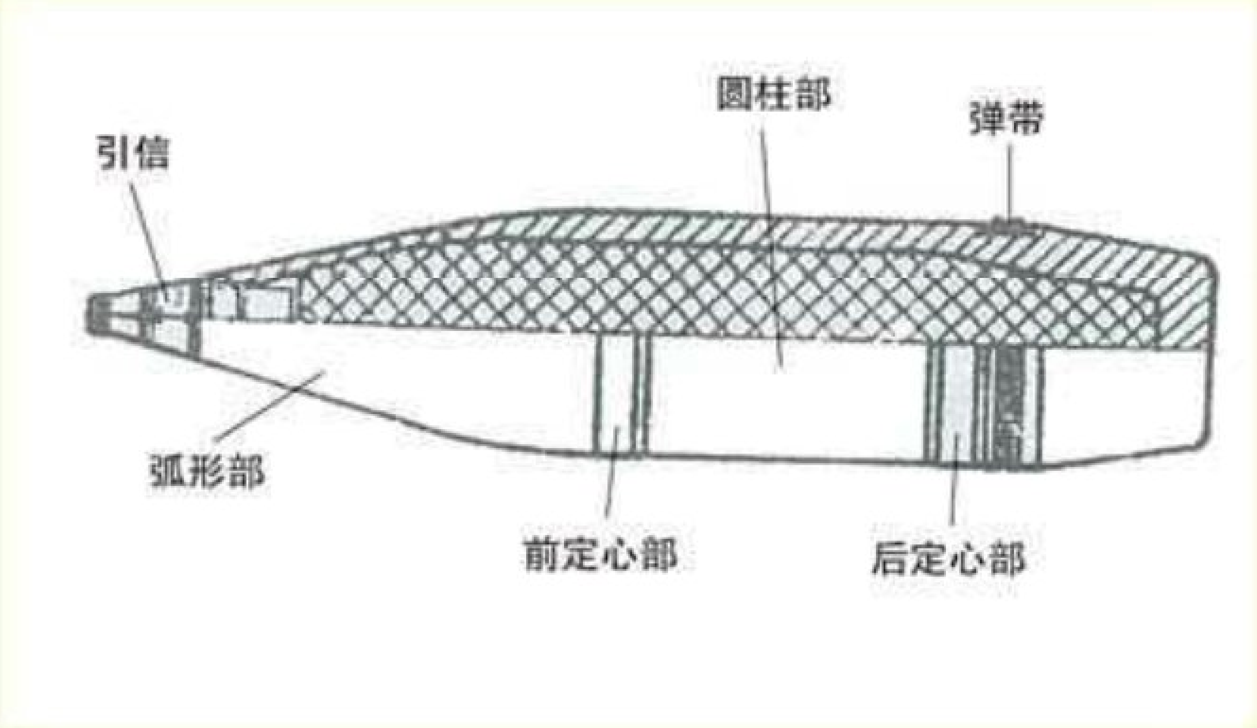
对方认可

1984年春,他国负责订货的将军率团来工厂了解处理情况。厂长周燕生向对方详尽地介绍该批火炮质量复检的过程与结论,并提供大量的数字记录和分析文件,说明该批火炮不存在任何质量问题;同时介绍了原定的火炮射前勤务操作要求和未按要求用炮的试验结果的分析意见。然后就约他们共去靶场通过射击试验进行验证。

靶场试验时,在周燕生厂长的统一指挥下,首先将火炮身管内膛炮油彻底清除,射击数发后检查膛线毫无损伤。周厂长坚持要求对方现场表态,认定内膛清理后未出现问题。待对方确认后,再由我厂炮手向膛内送入炮油块,射后检查出现了膛线脱落现象。如此数发,均出现同样的损坏情况。此时对方提出,由他们亲手送炮油块入膛,射后膛内亦出现同样情况。这样,对方在现实面前当场确认了这次试验结果,同意工厂给出的"战



▶打开炮闩的法国"恺撒"榴弹炮炮尾特写。前面的隔断螺纹与螺式炮闩上的螺纹配合起闭锁炮膛的作用,再往里就可看到身管内壁的膛线了



▶榴弹炮弹丸的结构示意图


▶德国PzH2000榴弹炮的弹药系统

场违规操作”造成事故的结论。一个影响重大的问题得到了合理圆满处理，避免了我方巨大的经济损失和对我国军贸的负面影响。

膛线剥落现象

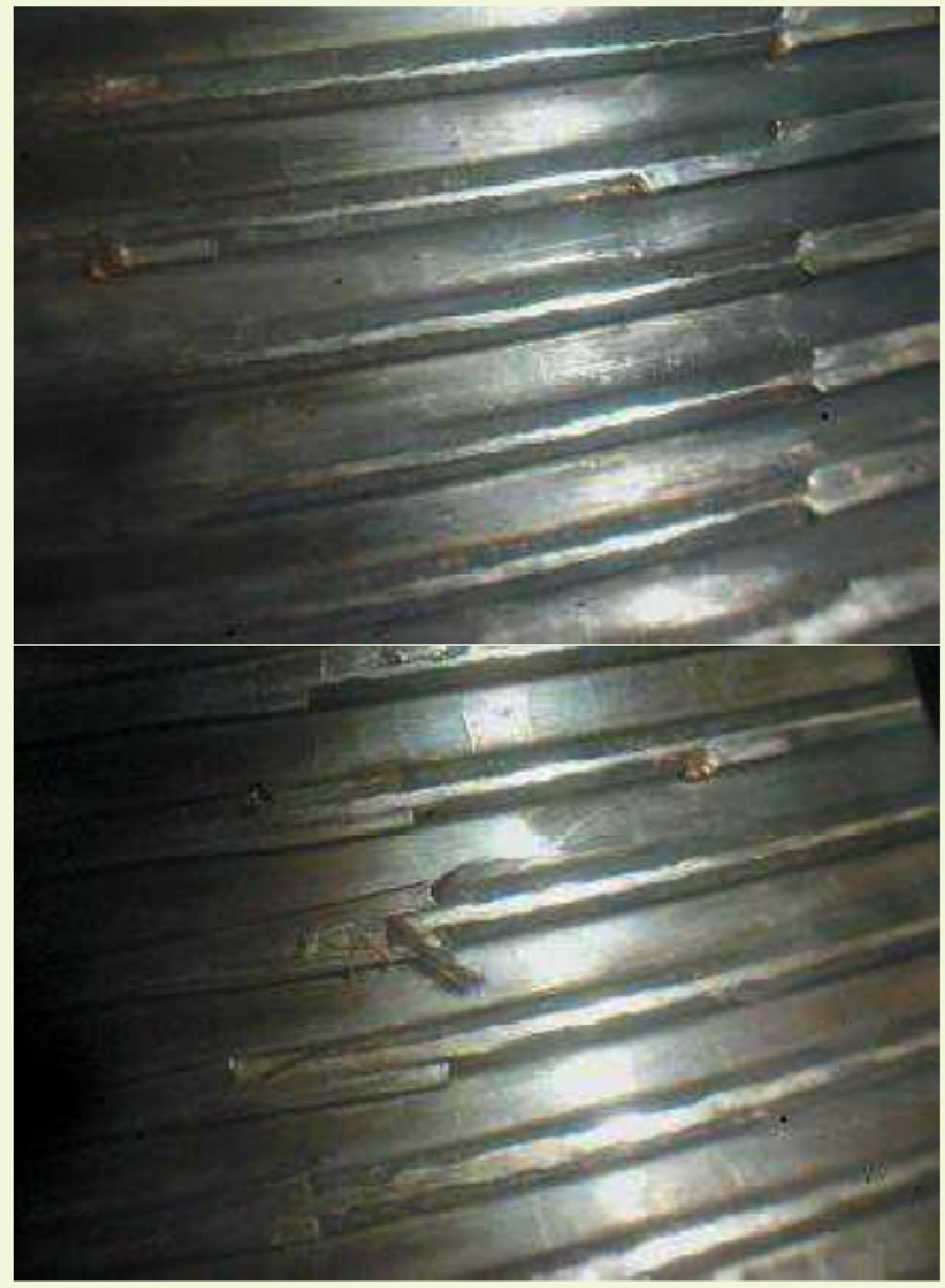
对膛内局部涂油射击试验所出现的膛线脱落现象，可以归纳出以下几种情况。① 损坏的膛线总是出现在射前所放置的炮油块（一般都是放在炮膛轴线的正下方距炮口1.0~1.5米处）之前100~150毫米处的正上方偏右一点处，少则有2条、多则有20条阳线受损伤，其轴向长度在100~200毫米范围内，也就是弹丸在膛内运动接触炮油的那一段。② 膛线受损部位的身管外表面出现不同的胀膛现象。③ 阳线两侧成45°角剥落，构成对称的“八”字形，阳线顶面的中间残留一条剩余部分。

对弹丸而言，也出现了四种情况。① 回收后的弹丸，在其前定心部和弹丸的弧形部的某段外表面出现明显的阳线印痕，最深可达0.8毫米（膛线深为2.7毫米）。② 弹丸前、后定心部出现了直径缩小现象。③ 弹体的弧形部分出现明显的歪斜变形。④ 弹丸的长度也有一定增加。

从射后回收的弹丸来看，弹体膛线刻痕深的，膛线剥落的情况要轻于弹体刻痕较浅的。弹体刻痕印深，说明弹体和膛线挤压时间长，弹丸动能的损耗是弹丸在膛内受炮油挤压较长的距离造成的。弹体膛线刻痕较浅，是弹丸在膛内突然受到侧向推力而偏斜，弹体强烈挤压膛线，致使膛线剥落。当膛线破坏后，弹丸继续向前运动，但初速值比正常值下降约15%左右。

膛线为什么会剥落?

当高速运动的弹丸，碰到膛内某一侧（只是圆周方向的1处）炮油时，弹体必然会产生一个因挤压炮油而造成的巨大径向推力，在该力的作用下，弹丸的正常运动被破坏，而向另一侧（与炮油块相对称的那一侧）偏斜，弹丸前定心部强烈挤压阳线，同时炮油通过弹体与膛壁所形成的漏口，高速流入弹带和前定心部之间的空隙（即弹丸的圆柱部与炮膛之间的环形区域），压缩弹体使其直径减小，弹体长度增加。若身管此处（指接近炮口处）壁厚较薄，如果达到塑性变形极限便会产生胀膛，或同时出现膛线剥落。如果此处身管壁较厚则仅产生膛线剥落而不胀膛。弹体是因此而两败俱伤，直径缩小、长度增加、弧形部歪斜。


▶上二图是我国某型火炮试验因膛内存有炮油而造成的膛线剥落现象。因炮油聚集在炮膛轴线下方，所以造成的膛线剥落位置在炮油对应的身管内壁上方

近年来火炮膛线剥落事故时有发生，经研究分析，多因膛内除油不净、不均、且炮油多聚集在炮膛轴线的下方，当残留的炮油达到一定重量，弹丸碰到炮油时的速度已经接近出口速度时，就会在炮油所在位置的对称部位造成阳线分叉剥离或剥落，残留的阳线呈“八”或“人”字形。此处身管有时也会出现大小不等的胀膛现象。

所以，给炮膛除油和给炮膛涂油用来保护膛线的目的是一样的，切不可轻视！ [编辑/李海峰]


▶正在射击的我国新型155毫米自走榴弹炮

浙江省嘉兴市第一中学的肖鹏飞来信：*在网上看到有网友说我国的99坦克没有使用双流传动，所以不属于三代坦克。这种说法对吗？*

文/芦继兵

[文章编码0311]

不能说没有使用双流传动，99坦克就不是第三代坦克

网友的看法是这样的：“*双流*”*指发动机输出到两条履带的能量全部得到利用，就是把多余的部分补偿到外侧去。原理同差速器一样，挂空挡时可以使两侧输出正好相反，实现***原地转向***。表现在机动性上，“双流”能在高速行驶中转向，保持转向时车体速度不下降，转向较快，半径较小，进而可以降到零。*

原地转向*的作用不可小看。*

●保持视场和火炮的基座改变最小，对攻击和防护(将车首转向威胁最大方向)都非常有利。

●不离开路面原地掉头，可有效利用狭窄地带和避免进入陌生区域发生意外事故，这对铁道运输和平时车辆调度也很有意义。

●整个车队可以全体同时掉头而不发生碰撞。

双流传动：三代坦克必须具备*“梅里特”式传动系统，即双流液力无级变矩带机械联结变速器。*

(文中斜体字为网友观点)



坦克划代的标准是双流传动吗？

“相信许多人只知道西方大约每隔20年就发展出一代新型坦克，现在已发展到了第三代，这里却要说明的是，为什么包括99式坦克在内的俄系坦克却只能算二代坦克。”

“战车的世代划分，最核心的标准是看其作战模式，火力-机动-防护这三大方面只不过是作战模式的单面具体化。”

坦克的划代，与作战模式无关。这位网友对坦克的划代很混乱，一会儿以年代划，一会儿又以火力划。到底以什么为准？实际上，坦克划代与技术发展有关，与年度无关，以20年为界，莫非1940~1960年是第一代？1960~1980年是第二代？1980~2000年是第三代？

“第一代，相当于机动的火炮，以短停射击为手段，近距离内也可不停车开火。”

从1916年英军的第一代坦克出现起，开火就没有短停这么一说，都是一边前进一边打机枪。那时要的是威慑，准不准确是另一个问题。1917年英国Ⅱ型坦克安装火炮后，作战第一次出现短停，这是因为坦克炮手用炮膛觇视的方法来瞄准，不停不行。很快，随着坦克上首次采用刻有分划的光学瞄准镜，又可以行进间射击了。

但是因为坦克快速行进，开炮的准确性大大降低，所以1933年，苏联首次在T-28坦克上安装了可以稳定火炮高低角度的单向稳定器。这样坦克可以在行进中射击，大大提高了准确度。

像我国第一代坦克59式，安装了单向稳定器，就可以在行进中打各种目标。如果大家有幸能看到上世纪80年代《59式坦克的射击教范》，就能知道“短停打不动目标是战斗射击练习一，行进打不动目标是战斗射击练习二，短停打运动目标是战斗射击练习三，行进打运动目标是考特等射手的内容。”

“第二代，火炮双向稳定，可以在沿直线匀速行驶时射击运静目标，不再需要短停。”

其实，安装了单向稳定器就已经解决了坦克沿直线行驶时射击动、静目标（*不管是否匀速运动*），且不再需要短停。

在实际作战中，无论在机动的防御

阵地中或进攻的行进间，为了更准确地命中目标，所有国家的炮手都会习惯地让车短停一下。不是说行进间坦克无法装弹、射击。而是在短停后车体不再颠簸抖动，以便用激光更精准测距、装标。

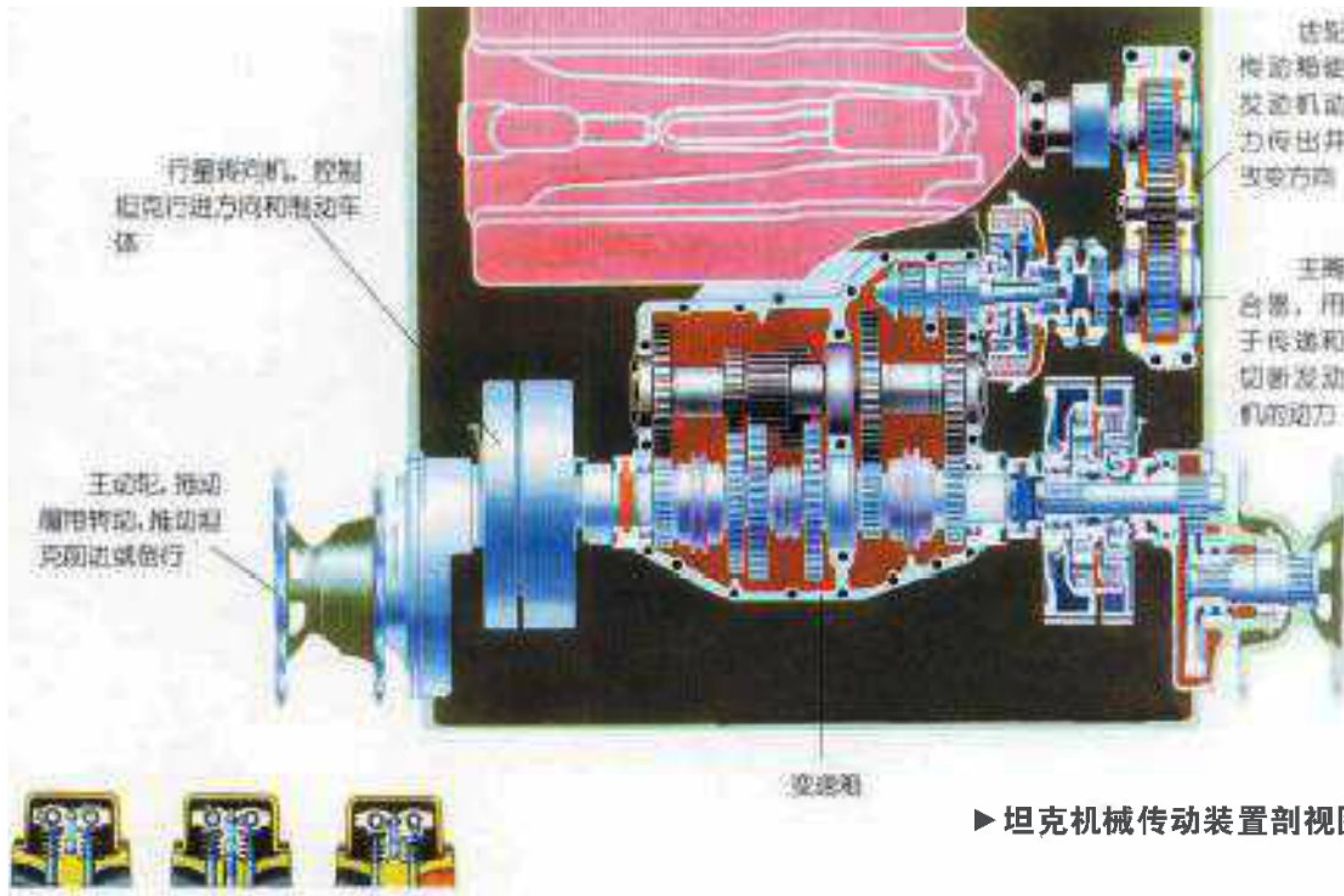
但如果车辆不沿直线行驶，而是转向了，只能稳定高低水平角度的火炮就会偏离目标。为了能使火炮随时稳定在水平方向，1946年12月，英国人在“百人队长”2坦克上首次装备火炮双向稳定器。这样，即便车体在前进、后退或转向，火炮炮口始终指向目标。

“第三代，俗称三向稳定或全向稳定，火炮射击摆脱了车体必须沿直线匀速行驶的限制，消除来自车体变速和转向的干扰，目标一旦被确定，其它一切交给火控计算机。”

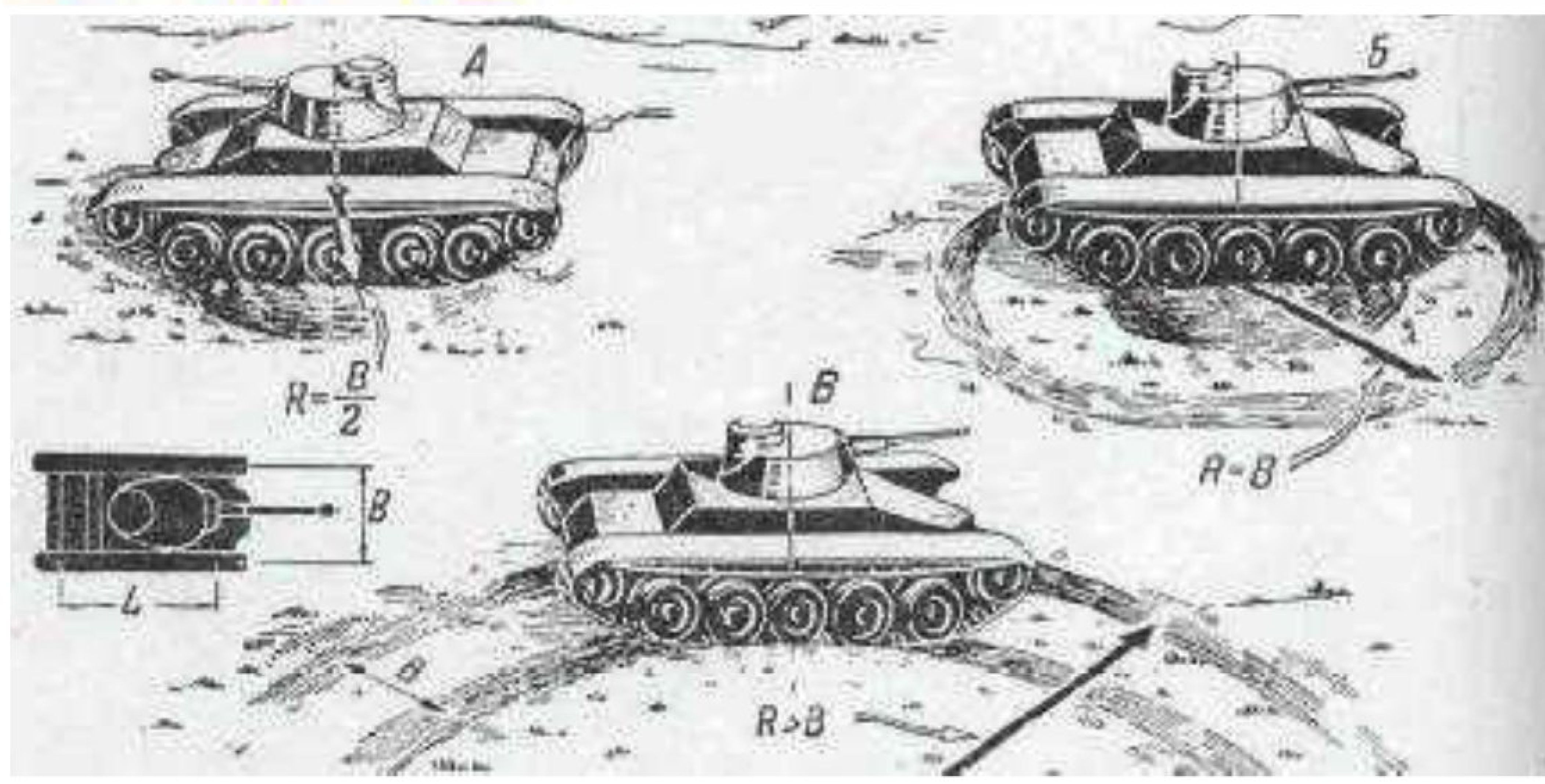
对于坦克和坦克的目标而言，双方始终处于同一地平线上，只存在高低左右的区别，不存在第三向的问题，更没有什么全向稳定器。不知这里的第三向指哪三向？

“双向稳定是美国M4坦克在二战末期才开始推广的，中国战车真是一开头就走霉运，仿自苏联T-54A的59式坦克，火炮只能高低稳定，苏联恰好从T-54B开始装备双向稳定器，可以说捡了个世界最末代的一代战车，产量还超过了6 000辆。此后中国陷入自我封闭中，直到1969年打捞了一辆苏联T-62坦克，才算接触到了二代战车的皮毛，迄今仍未能从二代的窠臼中自拔出来。”

我们在1953年抗美援朝中缴获了联合国军的坦克245辆，修复了30多辆。除部分送往苏联外，自己也留下了部分，其中就有安装双向稳定器的“百人队长”2和美军M48坦克。想拆卸研究、了解仿造，还等到16年后的1969年？



▶坦克机械传动装置剖视图



▶坦克转向的三种情况

原地转向作用有那么大吗？

“原地转向的作用不可小看。一是不离开路面原地掉头，可有效利用狭窄地带……”

说这话的人肯定没当过坦克兵，更没开过坦克。不管是以坦克的正中心原地转向或以一侧履带的中心转向，转向半径不是以车体宽为依据，而是以车体长为准。准确地说，原地转向是以坦克中心到一侧履带的角顶为转向半径，单流传动以履带中心到一侧履带的角顶为转向半径。车体越长，转向半径越大。西方坦克明显要比俄国和中国的车体长很多，就是再以中心转向，转向半径相差不多，也得0.2~0.4米，狭窄地带超过车体长，一样转不了。

至于“铁道运输和平时车辆调度也很有意义”更是无稽之谈。战时，M1A2坦克在平板车上没必要原地转向，如果真有飞机轰炸等情况，它完全可以从平板车上跳下去，谁还有耐心去转向啊！一定要转向，也很难说两边操作精准一次转完，同样也得一点点有人指挥完成。

我国的坦克在平板车上照样可以旋转180°，中心线与平板车的中心线重合。别说是二代、三代坦克，连我们的59式都可以，大不了在平板车上先用前进挡转90°，而后用倒挡再转90°就行了。动作熟练可以很连贯，多简单。

那么，网友说的“原地转向”是不是十分必要呢？原则上讲，可要可不要。

坦克的几大特性是“火力-防护-可指挥性-机动”，其中机动性排最后。从坦克产生到现在，设计师都在研制如何击穿对方坦克的装甲，在为防护对方的导弹打击想办法，从来没人为坦克无法转弯而绞尽脑汁。从一战到二战，从中东战争到海湾战争，从来没哪个国家的坦克因为原地转不过弯而贻误战机。

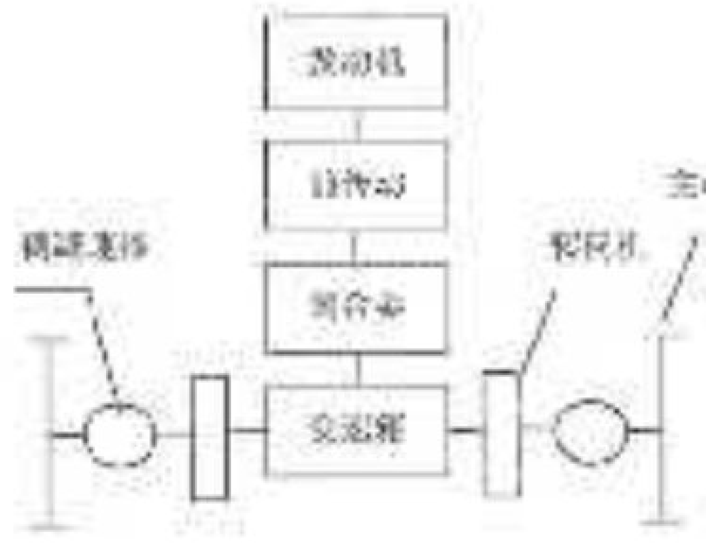
坦克大部分是直行，转向一般也是小角度转向，原地大角度转向用得不多，而原地转向，几乎用不着。

双流传动就好吗？

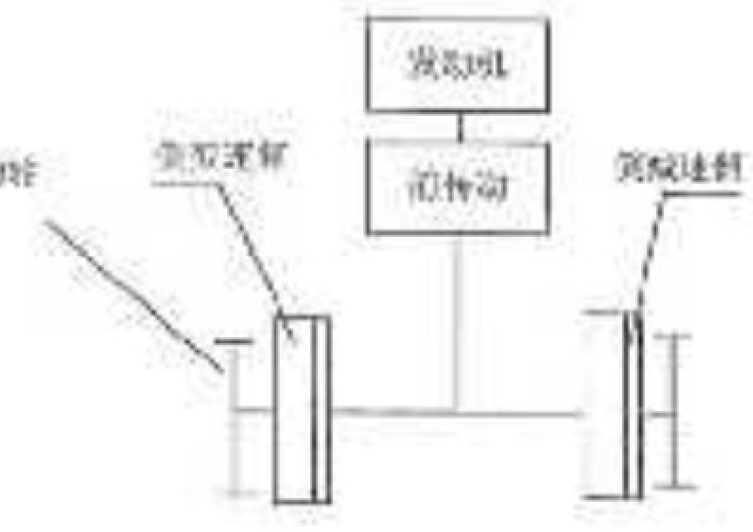
我们先搞清传动装置的定义，传动装置是将发动机的动力输出至行动部分的所有部件的总和，是车辆推进系统的主要组成部分之一。

传动装置能改变车辆的行驶速度、运动方向和主动轮上的扭矩，使车辆的动力装置具有最佳的功率输出特性，从而提高其机动性和燃油经济性。

坦克行驶时，所遇地形很复杂，行驶阻力的变化很大。坦克在平坦而坚实的



▶单变速箱方案



▶双侧变速箱方案



▶双流传动原理简图

道路上行驶时，行驶阻力不大，但在上陡坡（一般要求坦克能爬30°的陡坡）或在松软路面上行驶时，阻力便大大增加，坦克行驶所遇阻力的变化范围一般在10倍以上。因此，要求坦克主动轮上的扭矩也必须有较大的变化范围。此外，对坦克在战术上还有不同的要求。例如要求坦克能以尽可能快的速度行军和追击敌人，而在通过某些障碍时，要求以较低的速度行驶。目前主战坦克的最高行驶速度都在60~70千米/小时，最低行驶速度为5~6千米/小时，速度的变化范围在10倍以上。

在转向性能方面，双流传动优于单流传动。但目前采用双流传动的坦克也有一些明显的不足。像直线行驶性能差，有时有自动转向的毛病。美国坦克是动液双流传动的，故其传动效率较低，如没有1 500马力发动机关照，很难完成任务。德国、法国坦克都采用了差速式双流转向机构，其转向消耗的功率较高。

在这些情况下，大家都希望能在提高转向性能的同时，不致消耗过多的功率。特别是发动机剩余功率不足的情况下。所以从结构简单、操纵可靠、便于生产、故障率低、传动效率高、功率消耗小、物美价廉的原则出发，比较讲究实惠的俄军和中国一直选用单流传动。

所以使不使用双流传动，与坦克划代无关。你不能说使用手动挡的宝马就不如自动挡的夏利，这都是使用习惯的问题。而自动挡的车辆比手动挡的车辆更耗功率、更耗油，也是大家所共知的。

不用双流传动，是因为不需要。

我军在研究装备时，首先考虑是否必要，其次是为"必要"付出哪些代价。比如坦克的空气滤清器，要使坦克滤清器干净，就要消耗12~20马力的功率，但这十分必要。因为没有空滤，发动机在恶劣环境下会迅速报废。比如装空调需要消耗马力，这就得根据自身条件，不是十分必要了。当然，暂时不用，不等于没有技术储备和研制生产，随着我国经济实力的提升和发动机生产技术的新发展，大马力发动机可以有充足的动力驱动双流传动，我国的各种车辆也会逐渐使用更好的传动系统。我国水陆两栖车和新型主战坦克都使用了双流传动技术。

是不是双流传动复杂，我们就造不出？

坦克刚出现时都是双流传动，那时每个发动机带一套传动机构，驱动一个主动轮。



相关链接

传动装置主要有直驶变速和转向等两方面的功用，从它们两者如何配合方面，可分为单流传动装置和双流传动装置（或称双功率流传动、双流转向传动）。

在单流传动装置中，功率从发动机传来先经变速机构，然后再经转向机构分配到两侧的侧传动，最后传至两侧主动轮。单流传动装置的特点是变速机构和转向机构是串联的，其直驶性能和转向性能互不相关，直线行驶性能好，变挡与转向无关。但它的规定转向半径一般只有一个（第二位置转向即原地转向）或两个（第一、第二位置转向，其中第一位置转向半径约12~18米）。绝大部分转向都是采用非规定半径转向，转向时消耗的功率较大，转向性能较差，这是单流传动装置的一个突出缺点。根据变速箱的布置方式，单功率流传动装置还可分为单变速箱（T–54坦克）和双侧变速箱（T–72坦克）。

在双流传动装置中，发动机传来的功率分别通过两条路线同时传递到两侧的主动轮上。一路经变速分路（不经过转向分路），另一路经转向分路（不经过变速分路），这两路功率在两侧的汇流行星排汇合后，再经两侧的侧传动，最后传至两侧的主动轮。双流传动装置的变速分路和转向分路是并联的，其直驶性能和转向性能相互配合，每一个挡都有一个或几个规定半径，使车辆具有较好的转向性能。

单流传动时其变速性能与转向性能是互不相关的，各挡行驶时有相同的规定转向半径。但是我们要求规定转向半径与行驶速度有关系：低挡往往在地形复杂的地面行驶，要求转向灵活，即规定转向半径要小；高挡往往在地面情况良好、弯道较缓的条件下行驶，这时不但不需要小半径转向，而且由于高挡牵引力小，也不允许小半径转向。

上世纪30年代中期，法国B型和S-35型坦克首次分别采用了静液锥齿轮双差速器转向机构和全机械锥齿轮双差速器式转向机构的双流传动装置，使坦克转向与直线行驶性能互相配合。静液锥齿轮双差速器转向机构实现了无级转向，提高了转向灵活性。但这两种转向机构会因两侧履带阻力不同，使坦克自动转向，即直线行驶不稳定。

1940年，瑞典把动液变矩器应用在Strv.m/40坦克上，奠定了坦克动液传动装置的发展基础。英国1941年装备的"邱吉尔"坦克采用了带三差速器转向机构的"麦里特-布朗"双流传动装置，把转向机构和变速机构组合成一体，但坦克直驶仍不稳定。

二战后，美国和德国的坦克传动装置几乎都装有动液变矩器，多数国家的坦克采用了双流传动装置。1961年，瑞士在Pz61坦克上采用静液双差速器转向机构，使坦克能无级地持续高速转向和稳定地直线行驶。德国在1965年批量生产的"豹"1坦克上首次采用带闭锁离合器的动液变矩器，把机械传动的高效率与动液传动的自动适应性及减震作用等优点结合起来。所以说这并不是高、难、新的技术。

另外，我们在朝鲜战场上缴获了联合国军的各型坦克245辆，修复了30多辆，除送到苏联外，自己也留了一部分。上世纪70~90年代，我们也购买M60和"豹"1的样车。1979~1989年，美国开放对华军贸，我们买了"黑鹰"、"海豚"直升机，坦克电台，灭火抑爆装置和105毫米炮等。美国和以色列的公司抢着帮我们改造59坦克，美国甚至露出愿意供给解放军全部装备的意向。

这就是说我们已经有掌握使用双流传动的可能和机会，只是出于方式选择和使用习惯，以及经济方面的考虑而已。不存在双流传动构造复杂，人家不传给我们，或我们研究不出来的问题。



▶从地上的履带印迹上可以看出坦克是如何转向的

坦克究竟怎么划代？

虽然坦克是在一战中出现的，但那时人们认为坦克只是移动的机枪，把坦克分到步兵的机枪排。

到了第二次世界大战，人们对坦克在战场的作用有了新的认识。坦克的分类按照20吨以下是轻型，20~40吨为中型，40吨以上为重型坦克来划分。

二战结束后，特别是原子弹的出现，使人们认识到坦克是唯一可在核武器条件下作战的主要作战武器，开始称之为主战坦克。

二战后到1965年期间，是坦克技术的第一次大发展。期间生产的坦克，我们通常称为第一代主战坦克，其技术标准是具有大马力柴油机和大口径火炮，典型装备有T-54、T-55、M-48等。

1965~1980年间，坦克技术第二次大发展。这个期间正是华约集团和北约集团对抗冷战最厉害的时期，双方都把最先进的技术和材料装到坦克上，滑膛炮、双向稳定器、红外夜视仪、激光测距机、液力传动、电传动、炮射导弹、复合装甲、自动装弹机等先进技术纷纷出现。这期间生产的坦克称为第二代主战坦克，典型的有T-62、M60A1、"豹"1、74式，以及T-72和M1。

1980年至今，是坦克技术的第三次发展，主要是计算机技术、网络技术使坦克的自动化系统、信息化系统、指挥联络系统、火控系统、主动防护系统有了很大提高。典型装备有T-80、T-90、M1A1、M1A2、"豹"2、90式、"勒克莱尔"、"挑战者"2和"梅卡瓦"3等主战坦克。

至今，坦克无论在打击性、防护性、机动性、可指挥性上没有新的突破，所以目前看来，还不具备第四代坦克出现的可能。

99式，典型的第三代坦克

我国99式主战坦克是典型的第三代坦克。单纯评论99式坦克的单项技术指标已无意义，仅仅了解它的皮毛。因为世界共知，99坦克已进入了数字化、信息化、网络化的行列。为了提高信息作战能力，特别是提高装备的整体作战能力，99坦克分队的指控通信装备已经有了新的变化。

99式坦克安装了计算机终端，采用嵌入、改装、增装的方法，对全部坦克进行了信息化改造，增加了计算机终端、电台数据传输部件和指控系统（软件），更换了新型通信电台，使之具有良好的指挥自动化能力，可以满足作战通信指挥的需要。

99式坦克的指控装备在不断改进，坦克分队的指控系统具有通信、定位导航、激光敌我识别和辅助通信、指挥自动化作业能力。具有VHF、HF等多条通信信道，并实现不同信道互联互通，实现车内和车际间的互联互通。

经不断改进后的99式坦克分队的指控通信系统，主要具有如下功能。第一，满足坦克分队遂行各种作战任务时营级指挥控制的要求。第二，支持与装甲师、团指挥车及战斗单车军语、文书和图形信息的传输。第三，具有数字化地图显示能力，并能加载更新数字化地图。第四，具有图形信息处理和自动标图能力，能接收和显示态势信息，且有作战文电的快速生成和分发能力。第五，接受所属分队单车位置报告信息，显示各单车位置和分队战斗队形，并向上级报告。第六，具有自身定位和位置报告能力，能在电子地图上显示本车当前位置信息。第七，具有激光敌我识别、发射数字指令、进行语音通信的能力，以及信息的存贮、查询能力。

所以说，99式坦克完全符合三代坦克的技术标准。 [编辑/王瑾]



美国空中战术优势公司

文/周玉果 张俊山

[文章编码 0312]

当太阳从广袤的美国北内华达沙漠升起时，一架以色列生产的“幼狮”战斗机盘旋在美国海军空战与对地攻击训练中心（即法伦海军航空站）的两山之间，它的目标是阻止执行攻击任务的F/A-18“大黄蜂”战斗机进入B17轰炸靶区，并在空战中将其消灭。

扮演红军的“幼狮”不断盘旋着，等待投入对蓝军“大黄蜂”机群的战斗。突然，一个无线电呼号为“Dog1”的“幼狮”飞行员听到红军空中管制员伊万（无线电呼号“Tally 2”）的声音：“Dog1，蓝军突然轰炸指挥中心，现在向西逃窜！”

“Dog1投入战斗，请求告知威胁航向、距离与高度。”

“Dog1，向西飞行，他们航向270°，距离12英里，高度1.4万英尺，架次两架。”

“幼狮”飞行员迅速打开加力，J79发动机把这架三角翼飞机急速推向猎物。通过扫描前方蓝军空域，飞行员检查飞行姿势，降低高度。在指定高度，终于有一架“大黄蜂”战机轮廓渐渐出现在面前，但“幼狮”飞行员仍努力在实施攻击前找出第二架飞机。

在“Tally 2”的指引下，“Dog1”很快发现处于贴地飞行高度的第二架“大黄蜂”。随即，“Dog1”在无与伦比的“六点钟”方向（即正后方），向两架逃窜的“大黄蜂”的发起“致命一击”——模拟发射两枚红外制导导弹。不久后，地面控制塔台传来信息，由美国海军初级飞行员驾驶的“大黄蜂”全被击落，而由美国空中战术优势公司（ATAC）提供的红军“幼狮”则以其提供的全面空中战术训练倍受军方好评。



►ATAC现有的三种飞机徽章。“幼狮”在美军中的编号为F-21

ATAC的历史沿革

要说起ATAC的发迹，就不能不提到冷战结束与苏联解体所导致的美军本土假想敌部队的缩编。1991年海湾战争结束后，出于节省经费的需要，美国海军将担任假想敌训练的A-4“天鹰”攻击机和F-5“虎”式战斗机数量大幅压缩，而提供模拟敌方电子攻击的EA-7L与ERA-3B电子攻击机也所剩无几。现役和预备役中队也因数量压缩而被限制在少数核心基地进行训练，而且训练内容只限于单调的不同机型空战对抗训练（DACT）。

1988年毕业于美国空军学院的杰弗里·JD·帕克是参加过1991年“沙漠风暴”行动的老兵。利用熟练掌握驾驶高速喷气式战斗机的经验，他退役后又给美国飞行国际公司当起分包商的角色，当时飞行国际为美国海军提供有限的空中拖靶服务。通过实践，帕克认为美国海军压缩假想敌部队的行为“过于短视”，感到其中有商机可挖，于是他在1994年创办了ATAC。到



►ATAC公司老板杰弗里·JD·帕克。凭借敏锐的商业头脑和丰富的飞行经验，他名利双收



▶早期ATAC装备二手瑞典萨博-35，现已淘汰

1996年，ATAC已拥有两架从丹麦皇家空军买来的二手瑞典萨伯-35战斗机，帕克和同事们靠它为美国海军提供了急需的超音速靶标服务，以训练海军飞行员的高速空对空拦截与射击本领。

2002年，帕克认为飞行时间已超过800小时的萨伯-35难以满足业务需求，应该寻找空战表现力更强，同时使用寿命更长的新平台。经过一番比较，帕克看上以色列飞机工业公司(IAI)出品的"幼狮"系列战斗机。该机系IAI通过盗窃法国达索公司的"幻影"5战斗机的图纸制造的，不过飞行性能绝对'没得说'，最终ATAC在IAI的帮助下，从以色列国防军获得6架退役的"幼狮"C2，它们均在特拉维夫本-古里安国际机场的IAI公司本部里进行了机体翻新和设备更新处理。就在这个时候，美国深深地卷入全球反恐战争中，各军兵种都对战机飞行员训练提出"井喷式"的需求。为弥补假想敌训练的缺口，美国海军大方地授予ATAC一系列所谓"固定价格合同"(即有利润托底的合同，意味着ATAC稳赚不赔)，让其为海军机群提供多层次的空中拖靶及空战格斗服务。

这些合同使得ATAC的业务急剧增长，人员与飞机数量不断增长。更重要的是，美国海军的新合同不仅要求ATAC为其提供四类超音速状态下的空战、对地攻击和电子攻击训练，还要提供高亚音速及慢速条件下的空中训练服务，推动ATAC寻求更加出色的飞机平台。目前，ATAC的阵容里已包括23架飞机，分别是6架以色列造"幼狮"C2(美军代号为"F-21")，13架英国造"猎人"战斗机和4架美国造A-4N攻击机。

这里不缺"老油条"

目前，ATAC担当的任务主要是亚音速和超音速空对面导弹模拟攻击、制空作战的进攻与防御、大规模自卫打击对抗、高级电子攻击、攻击机高级戒备计划(SFARP)、海军航空联队与武器学校级支援作战(TOP GUN)、机载武器空中拦截、舰艇射击靶标拖曳、弹道导弹与掠海攻击导弹模拟、战斗机教学大纲更新、战斗机空对空射击练习、高级机载电子威胁模拟等。如今，ATAC已成为一家全球性企业，累积飞行服务时数截止2009年达到2.2万小时，拥有多个固定工作地点，包括加利福尼亚文图拉县慕古角海军航空站、内华达法伦海军航空站、夏威夷卡内澳赫湾海军陆战队航空站、日本厚木海军航空站等。它的服务对象已从海军拓展到美国武装部队(海岸警卫队除外)其他军兵种，甚至参与设计和实施各种著名的实兵对抗演习，其中包括美国空军的"红旗"、"北方边缘"演习，美国海军的'环太平洋'、"英勇盾牌"演习。ATAC还是唯一获准向F-22'猛禽'战斗机提供对抗训练支持的商业公司。与此同时，ATAC在为海军陆战队提供高速喷气机进行联合末端攻击控制训练(JTAC)中也具有异常重要的地位，海军陆战队甚至允许其在所属的空地作战中心(MCAGCC)、列尊兵营(Lejeune Camp)等地直接投掷练习弹药，这一待遇可谓空前绝后。

正所谓"没有金刚钻，不揽瓷器活"。ATAC现有28名飞行员、56名地勤人员及10名行政管理人员。该公司手里有一本前美国海军、空军及陆战队战斗机飞行员的花名册，公司从来只挑驾驶高速喷气机平均时间达到2 500小时以上的"老油条"加盟。公司里超过75%的飞行员拥有美军战斗机学校正式本科学历，如海军"TOP GUN"学校或内利斯基地的美国空军武器学校毕业的高才生，甚至有6名ATAC飞行员曾担任过美国海空军的战斗机中队或联队主官，其中一名还当过"TOP GUN"学校的指挥官。

现任ATAC运营经理和安全训练官的罗伯·德斯塔修(Rob 'Nuts' DeStasio)是一名退役的美国空军中校，他在部队里拥有超过3 600飞行小时的F-15驾驶经历，来公司后又获得超过500小时的"幼狮"飞行经验。他在解释公司招聘飞行员的要求时说："我们全都来自军队，根据合同，我们必须具备



▶ATAC的"幼狮"C2。在执行假想敌任务时，ATAC的飞机一般只带吊舱



▶ATAC的"幼狮"C2。该机仿自法国"幻影"5，换装美国J79发动机，属于完全手动操纵的二代机



▶ATAC携带电子战吊舱的F-58“猎人”战斗机

最少1 200个高速喷气机的飞行小时，但我们所有人都远远超过这个标准。所有职员都拥有F/A-18、F-15或F-16战斗机的飞行背景，所有这些平台都具备相当的空对空作战能力，这能够帮助我们在组织和进行高级空中训练时得心应手。如果有曾在前线打过仗的退役飞行员前来应聘那就更好了，这样他们就可以为公司带来最新的前线信息，并帮助我们紧跟最新战术训练需求的潮流。”

摸透“当家花旦”的脾气

ATAC的“当家花旦”非六架“幼狮”C2战机莫属。其实在1985~1989年，美国空军就曾向IAI租借较早版本的“幼狮”C1，用于扮演苏联米格-29战斗机。而ATAC后来继续选择‘幼狮’C2，也是出于它具备出色的超音速性能，更短的备航时间及杰出的挂载能力。更重要的是“幼狮”C2的一些飞行动作颇似俄式战机的风格，对于满足美军的靶标射击及空战对抗大有裨益。

德斯塔修认为，驾驶三角翼的“幼狮”战机需要很高的技战术水平，“它在许多方面和美军用了40余年的T-38高级教练机相似，只是装备推力更大的发动机，因此加速更快……起飞后，只要你打开加力燃烧室（俗称‘点AB’），就能感觉到明显的反作用力。只要你一回转机头，飞机就会变得对俯仰动作十分敏感，此时你必须恰到好处地控制飞行。你一升空，就得收起起落架，因为起落架在飞机起飞过程中会改变飞机重心，因此只要你升空，就得及时调整飞机，保持可控性，同时手动操作飞行控制系统。……现代战斗机大多具备自动控制起落架回收的功能，但毫不开玩笑地说，‘幼狮’还是停留在30多年前的‘全手动战斗机’。”

不过，德斯塔修对如此“古典”的战斗机并不讨厌。他说：“‘幼狮’机上没有自动驾驶仪……你必须在整个飞行过程都手动驾驶，甚至当你爬升至巡航高度时也是如此，你的手离开操纵杆的时间仅够你去取地图，然后就得回来保持高度与航向。飞机最佳的巡航速度是0.85马赫或者2.0马赫以上，降落时我们通常把速度提到大约0.95马赫。在接近音速的界面，配备中线油箱的飞机对俯仰十分敏感。”

在“幼狮”战机的飞行过程中，没有什么能比接近着陆时更具挑战性了。德斯塔修说：“由于纯三角翼设计和没有副翼，‘幼狮’拥有极高的进场速度，实际超过333千米/小时，这比其它高速喷气机快许多。像‘大黄蜂’的进场速度为250千米/小时，‘天鹰’为287千米/小时。因此以333千米/小时以上的速度进场是极大的挑战。甚至对塔台管制员来说，‘幼狮’进场的速度简直是‘狂飙’。‘幼狮’的着地技巧相对简单点，除了让机鼻抬高一点，你还需时时注意保持前进方向，在改平时，你就轻拉气闸，释放减速伞。减速伞一经释放就会给你一个很好的反作用力，达到减速目的。”

在“幼狮”转向飞行时，大三角翼会带来一定的难度。德斯塔修说：“‘幼狮’采用的是20世纪60年代的设计理念，三角翼设计在直飞时非常有效，速度非常快，但不适宜急速转弯。如果我做一个艰难的180°转弯后，三角翼损失能量太快。我的老板（指帕克）是个拥有600个‘幼狮’机飞行小时的达人，连他都说只要‘幼狮’的速度降至463千米/小时，其操控就非常困难。不过要是你能保持在370~463千米/小时之间，并拥有足够的



▶ATAC的A-4N“天鹰”。该机结构简单，坚固耐用

燃料供给加力燃烧室，‘幼狮’将会让飞行员体会到出色的低速转弯性能。”

德斯塔修强调，练习驾驶这款老式的飞行机器不是件轻松的事。起初公司拥有双座型“幼狮”C2进行训练，偶尔也请IAI的“幼狮”高级试飞员来培训ATAC的飞行员。但随着双座型“幼狮”C2的停产和停飞，今天ATAC只能让“幼狮”飞行员先在室内模拟驾驶，然后再直接上单座“幼狮”C2，在此期间，他们得学会如何反应和应用战术来抵御敌方攻击。



▶ 由于ATAC的飞机均为老旧二手机，维护比较麻烦。图为大卸八块的A-4N

测试机群

ATAC的主要业务是空对海、空对地打击与空中格斗训练，公司经常提供类似掠海飞行的超音速反舰导弹一类的目标，教授年轻的雷达操作员如何识别与引导武器实施拦截，同时也为美军两栖攻击舰上的AV-8B垂直起降战斗机提供靶标。

德斯塔修介绍了ATAC飞机在模拟攻击美国航母战斗群的训练场景。“我们提供各种场景让海军舰艇熟悉应对各种情况下的敌情。我们有时会使用‘幼狮’，利用战机的高速追赶舰船，以1.5马赫的高速从他们头顶一飞而过，这是最刺激的任务。”“我们模拟的另一个场景就是低空攻击，飞机贴着水面向舰船发起攻击，同时他们试图把飞机打下来。这个模拟相当有趣，我们出动双机以紧凑编队向他们飞去，一架飞机模拟攻击机，另一架模拟反舰导弹。而在一定距离上，我们的飞机还能模拟导弹-鱼雷复合攻击，其中模拟导弹攻击的飞机先向水面俯冲，然后追赶舰船。从船上看，这非常像一次空舰导弹攻击，但对于我们的飞行员来说却是非常可怕的飞行经历。”

目前，ATAC在内华达州法伦海军航空站保有一个永久性运营中心，主要从事与海空军的飞行联队进行实战对抗训练。德斯塔修介绍说，美国海空军联队长年将大批机群投入法伦航空站，包括轰炸机、护航战斗机、执行反雷达任务的“野鼬鼠”飞机以及E-2‘鹰眼’预警机，这些装备都在任务区靶场外待命。一旦进入演习，ATAC的机群就要携带一些“令对方印象深刻”的干扰吊舱投入对抗。“当携带电子战吊舱的“幼狮”出现在靶场上，将迫使参训的飞行员认真考虑自己在雷达屏幕上看到的一切是否真实，同时自己的下一步决策是否得当”。很显然，ATAC的假想敌飞机为美军对抗训练融入了新鲜元素。

有意思的是，当ATAC机群竭力给美军带来新鲜度与刺激性的同时，这些“老顽童”飞机的机龄已超过30年，甚至达到50年的极限，这就给该公司的地勤维护人员提出严峻挑战。ATAC地勤机械师杰米拉·米雷斯杰形容维护这群老飞机是‘一项需要大智慧的工作”，“它们就像一帮老爷车，虽然不像现代战机那么复杂，但也不是仅仅把旧部件换上新部件那样容易。拿‘幼狮’的发电机来说，它已经停产，可我们还得千方百计地通过一次次大修保证其运转”。但德斯塔修颇为肯定ATAC机群的可靠性：“到现在为止，军方赋予我们的合同并不要求我们拥有十分先进的航电设备，除了可以拆装的干扰吊舱。因此我们的飞机可以少装许多特种设备，同时也减少了复杂的飞行控制系统。尽管ATAC所拥有的飞机都是很久以前设计出来的，像‘猎人’和A-4就是靠计算尺设计出来的，但这些飞机超乎寻常地坚固和能干。当时制造的飞机都非常可靠，ATAC的大多数飞机可以在降落后30分钟内再度起飞！”

据介绍，ATAC机群中维护最密集的是“幼狮”，其次是A-4N“天鹰”，最后是“猎人”。根据飞机的不同来源，如进行彻底检修或更换发动机这样的大修时，ATAC会寻找不同的代理商实施。拿“幼狮”来说，维护工作是由ATAC或原设备制造商（OEM）IAI来完成。“当我们需要技术知识或者部件时，根据市场详细规划，我们与OEM之间可以进行专线直拨。”德斯塔修说：“OEM会给我们提供发动机、主要部件及其它重要子系统部件（如弹射系统），而且我们还与联邦航空局、美国海军签署规划评估合同，我们是按照正确安全的途径办事。”

ATAC的未来

总的来说，ATAC帮美国国防部和军兵种节省了大笔训练资金，尤其是他们用老旧飞机扮演了新锐飞机的角色，却收到不错的效果。公司经理帕克称：“ATAC已建立起相当的市场口碑。就拿美国海军航空兵的空对空训练而言，如果红蓝对抗双方都用F/A-18，将浪费宝贵的机体使用寿命，同时也消耗过多的燃料。但我们却能用便宜得多的旧式飞机达到一样的训练效果，这无疑有助于军方和控制预算，并把现役战机使用小时数最大化。”

随着全球新一轮空军现代化，特别是美国及其潜在对手纷纷进入第四代战斗机的装备高峰，ATAC也必须与时俱进。公司经理帕克说：“根据对全球军费水平的预测，我相信随着美国和越来越多的国家加入四代机的列装行列，四代机对四代机的训练成本绝对高得惊人，最终军队会寻找一条更实惠的途径来满足训练需求。我们正瞄准廉价的‘低可探测飞机’（LOA，即带有基本隐身设计的战机），以满足未来四代机模拟对抗训练的市场。”帕克展望公司未来，认为今后ATAC的机群将考虑加装高性能的雷达，“不但可以帮助进行空勤人员训练，使他们增长躲避超视距导弹打击的意识和能力，同时也能协助提高水面舰艇操作官兵防范被航空雷达发现的本领。”

仅仅经过17年的时间，ATAC已从两架飞机的小国防业务分包商，成长为全球军事假想敌服务的领头羊，其业绩值得后来人敬仰，同时也值得学习。 [编辑/秦蓁]

[“宙斯盾”兄弟] AN/SPQ-9B 雷达



文/黄春宇

[文章编码 0313]

美国的“提康德罗加”级巡洋舰和“阿利·伯克”级驱逐舰性能超群，很大一部分得益于它们安装的“宙斯盾”系统，因此也被称为“宙斯盾”舰。不过，在它们的现代化改进项目中，名不见经传的AN/SPQ-9B雷达作为标准配置进行了加装，而且在新建的“圣•安东尼奥”级两栖船坞运输舰、“布什”号航母、“马丁岛”号两栖攻击舰上，也都装备了AN/SPQ-9B。这种雷达究竟有何神通?

何为 SPQ-9B 雷达?

说到AN/SPQ-9B雷达的起源，就要追溯到20世纪60年代末诺思罗普·格鲁曼公司电子系统分部诺登系统公司研制的AN/SPQ-9雷达。当时诺·格公司研制了AN/SPQ-9（V）、AN/SPQ-9A等型号，主要是用作MK-86型火控系统的传感器，可用于对空对海搜索，实现对舰炮的火力控制。

20世纪80年代末，由于近海亚音速或超音速掠海反舰导弹威胁的不断增加，水面舰艇亟需装备一种能够在强杂波环境下有效探测反舰导弹的雷达，因此美国海军研究实验室雷达分部于1991年提出研制AN/SPQ-9B雷达。这种新雷达能够提供一种全新的低成本高效低空探测能力，而且可提供比AN/SPQ-9A更强的对海探测能力，能够更好地支持MK-86型火控系统和实现海上导航。

AN/SPQ-9B雷达是一种多波形、窄波束、X波段、脉冲多普勒雷达，主要有对空、对海和信标应答三种工作模式，另外还有反舰导弹探测模式、动目标显示等子工作模式，既能够作为单独的探测设备进行独立工作，也可以与舰船自防卫系统、“宙斯盾”作战系统集成，成为作战系统的一部分。因此AN/SPQ-9B雷达能够支持对岸攻击、反舰战和防空战，并能够在严重海杂波和电子干扰情况下探测到掠海飞行的具有极小雷达反射截



▶“马丁岛”号两栖攻击舰LHD-8安装AN/SPQ-9B的位置，该级舰的前几艘上安装的是MK-23目标捕获系统

面的反舰导弹。

尽管AN/SPQ-9B在名气上比不过AN/SPY-1相控阵雷达，但该型雷达在结构上进行了全新设计，而且广泛应用了大量的先进技术，具有较大的发展潜力。

在结构设计上，与此前的AN/SPQ-9A雷达相比，AN/SPQ-9B主要有两个方面的改进。

一是表现在天线上。AN/SPQ-9B的天线垂直尺寸比AN/SPQ-9A有大幅度增加，使得AN/SPQ-9B垂直波束变窄，探测精度进一步提高。而且AN/SPQ-9B雷达已经由原来的重型天线转变为轻型电操纵阵列天线，这不仅可减少系统重量450千克，使得天线能够安装在更高的高度上，还可以增强火控系统的数据处理能力。

二是采用了新的发射机、接收机、信号处理机和低噪声激励器。其中发射机采用了美国空军F-16战斗机上的AN/APG-68火控雷达发射机。接收机和处理机广泛采用了商用成品技术。激励器采用超低噪声，可提供准确的音频和时钟信号，增大了相应的改善因子，有利于发现杂波中的小目标。

此外，AN/SPQ-9B雷达还采用了大量的先进技术，包括多普勒处理技术、数字副瓣对消技术、单次扫描探测与跟踪技术、机内测试技术等。最值得一提的是单次扫描探测与跟踪技术。由于AN/SPQ-9B天线能产生三个波束，如果主波束检测到空中目标，后2个波束则对该目标进行确认和跟踪，



▼"尼米兹"级航母"卡尔·文森"号(CVN-70)上的AN/SPQ-9型雷达现已改装成AN/SPQ-9B型



▶AN/SPQ-9型火控雷达搜索距离37千米，在美国舰船上安装很普遍。上为"斯普鲁恩斯"号导弹驱逐舰上的主要装备示意图



▶"阿利·伯克"级上的AN/SPY-1(D)雷达天线安装高度有限，因此不利于探测低空目标



▶"阿利·伯克"级驱逐舰发射"标准"舰空导弹

这样单次扫描即可实现跟踪，并能将获得的数据传送给火控系统。

为何安装SPQ-9B？

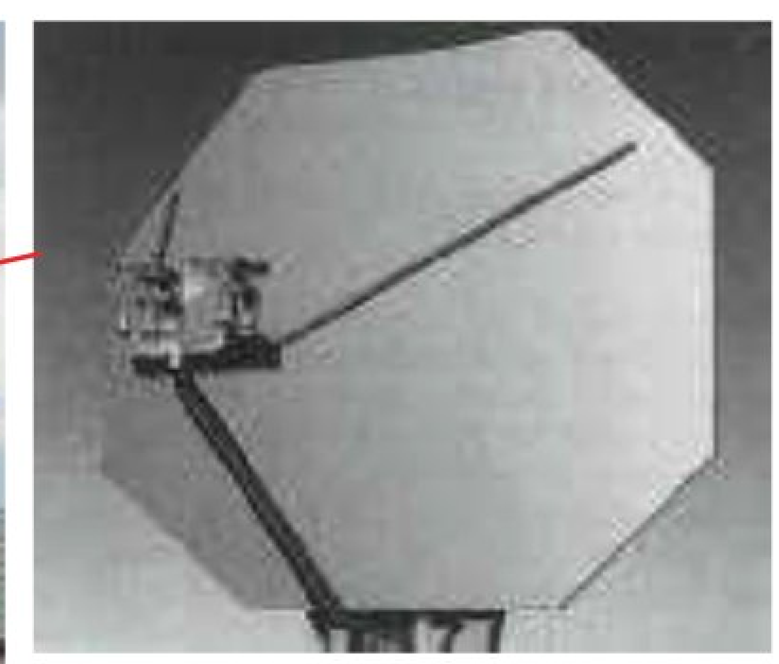
见识了AN/SPQ-9B雷达，“圣安东尼奥”级两栖船坞运输舰、“布什”号航母、“马丁岛”号两栖攻击舰等舰艇装备AN/SPQ-9B就不难理解，那么美国海军经过现代化改装的“提康德罗加级”巡洋舰和“阿利·伯克”级驱逐舰为何要在“宙斯盾”系统之外加装AN/SPQ-9B雷达，要知道这两型舰艇都安装的是被吹得神乎其神的AN/SPY-1（D）相控阵雷达。

原因很简单，因为“宙斯盾”系统存在漏洞。虽然“宙斯盾”防空系统功能强大，但其在低空、超低空探测方面存在不足，这主要是因为AN/SPY-1（D）雷达天线重量较重，每付天线接近2吨，整个雷达天线的重量则在7吨左右，限制了AN/SPY-1（D）雷达不能安装到舰艇较高的地方。而雷达的探测距离和天线高度的平方根、目标高度的平方根是呈线性关系的，天线高度越高或目标高度越高，则雷达探测距离就越远。

由于AN/SPY-1（D）雷达安装高度有限，这使得“宙斯盾”防空系统对于低空目标的探测距离十分有限。根据有关资料，“阿利·伯克”级对距水面高度为5米的反舰导弹，探测距离不到30千米。此外，由于其配备的SM-2MR“标准”舰空导弹重量较大，因此在拦截目标的时候，需要爬升到较高的高度来积累足够能量，以便保持较高的机动性能，因此也增加了其最小拦截距离。由此可见，AN/SPY-1（D）雷达加SM-2MR“标准”舰空导弹的配置，使得“阿利·伯克”级驱逐舰在拦截掠海飞行反舰导弹时确实有些勉为其难。鉴于AN/SPQ-9B雷达在探测掠海反舰导弹的强大威力，美国海军决定将该型雷达安装到“提康德罗加”级巡洋舰和“阿利·伯克”级驱逐舰上，使之能够与AN/SPY-1（D）相控阵雷达相得益彰，弥补了AN/SPY-1（D）相控阵雷达在低空探测的不足。

值得一提的是，AN/SPQ-9B雷达已经引起了多国海军的注意，澳大利亚海军就计划将AN/SPQ-9B安装到正在建造的三艘“霍巴特”级“宙斯盾”驱逐舰上，实现AN/SPQ-9B和AN/SPY-1（D）的联合探测。 **[编辑/严晓峰]**





AN/SPQ-9型雷达的天线形状



SPQ-9B型雷达的缝裂阵天线



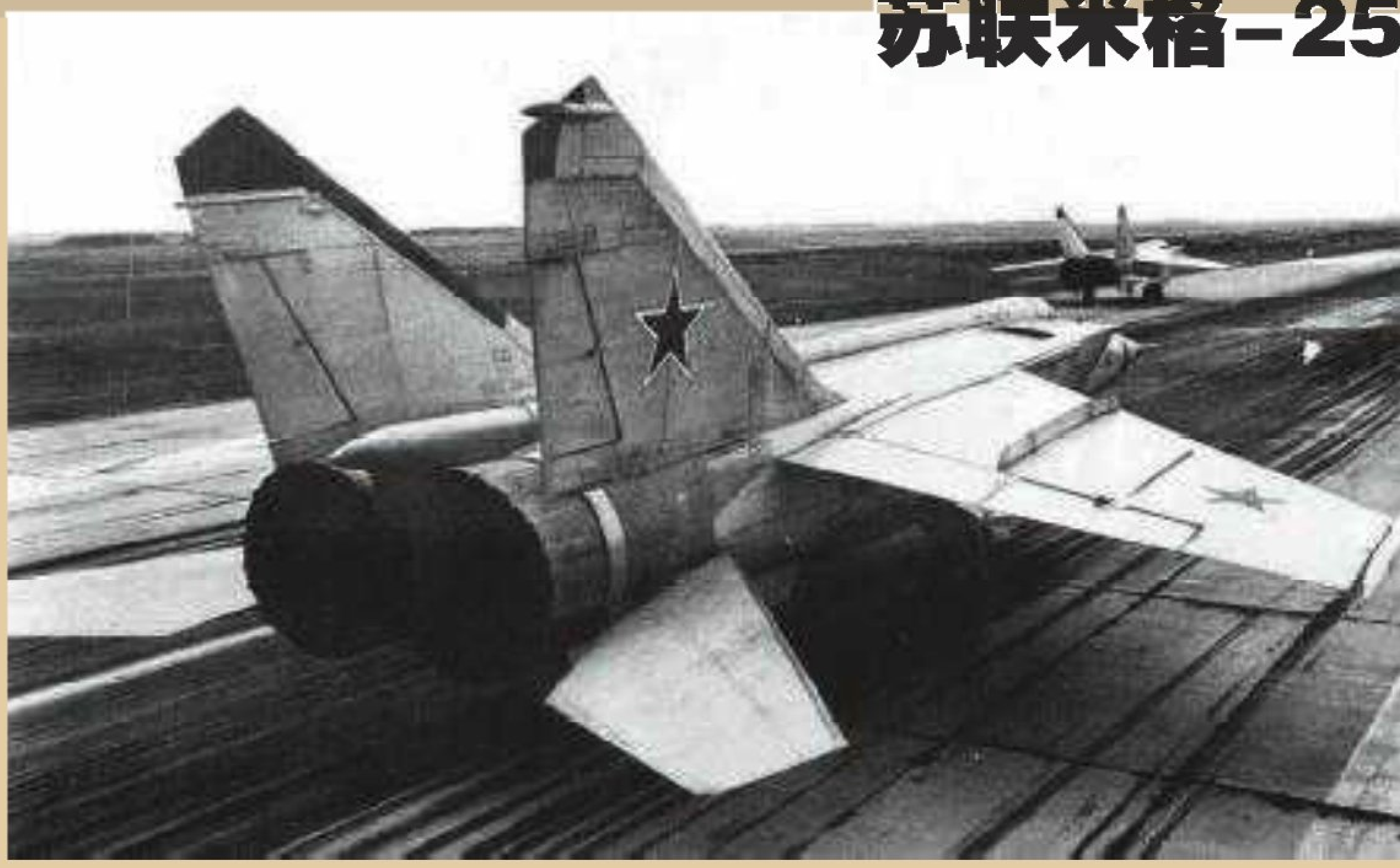
►“提康德罗加”级导弹巡洋舰的第六艘“邦克山”号在2008年开始进行的现代化改造中，已经将AN/SPQ-9型雷达换装成了AN/SPQ-9B型

兴都库什上空的“狐蝠魅影”

苏联米格-25侦察机在阿富汗

文/萧 萧

[文章编码0314]





▶本文主人公杜德金，当时是少校，摄于1979年9月

编者按：苏联入侵阿富汗的战争已过去多年，外界对于这场战争的报道已有不少，特别是关于航空兵作战的内容占了大量媒体版面。但很少有人知道，苏联在阿富汗战争初期投入宝贵的米格-25（北约代号“狐蝠”）高空侦察机的内幕。本文就是根据获得过红星勋章的苏联空军米格-25飞行员，阿纳托利·季莫费耶维奇·杜德金上校的口述撰写的。

引子

2011年8月解密的一份关于侵阿战争的档案已成为史学家与我的共同财富。这是一份苏联总参谋部于1979年底发布的命令清单，其中包括关于在阿富汗民主共和国境内组建“有限部队”（OKSV）[注一]的内容。我把其中几条被纳入“有限部队”的空军及空降兵单位的内容开列一下。

1979年12月10日，第103空降师进入高级战备并集结于机场。

1979年12月11日，空军运输航空兵5个师和3个独立团进入高级战备，并集结于机场。

1979年12月11日，中亚军区直升机团（独立第280直升机团，驻卡根）转场至奇尔奇克，并划归土耳其斯坦军区管辖。

1979年12月13日，中亚军区轰炸航空兵团（近卫第149轰航团，驻阿拉木图尼古拉耶夫卡）转场至马雷，并划归土耳其斯坦军区管辖。

1979年12月14日，中亚军区歼击轰炸航空兵团（近卫第168歼轰团，驻大什罗基）转场至马雷，并划归土耳其斯坦军区管辖。

1979年12月23日，中亚军区独立摩步团进入完全战备。

1979年12月24日，中亚军区独立摩步团开始向霍罗格地区机动。中亚军区摩步师进入完全战备。

1979年12月24日，国防部长乌斯季诺夫元帅召开国防部领导层成员会议，随后签署关于进军阿富汗的第312/12/001号指令，并以密电形式下发部队，同时确定苏军跨越边境的时间为：1979年12月25日15时0分。

除了上述部队外，作为土耳其斯坦军区“原住民”的第40集团军更是加大力度招兵买马、拓展地盘，相继加强了一个歼轰团、一个独立混成航空兵团、一个独立直升机团、一个独立直升机大队和两个侦察航空兵大队。这里我要说的是两个侦航大队就来自中亚军区第73航空集团军的独立第39侦察航空兵团，当时我就在那里服役，担任空中火力与战术训练主任。我们这两个大队被迅速部署到马雷和卡尔什机场，划归土耳其斯坦军区管辖，而我的故事就从这里说起……

雅克-28紧急出动

其实，我们早在1979年12月12日就和阿富汗战争联系在一起了，只是许多人尚不知情。那天有多架满载空降兵的伊尔-76运输机降落在我们团所在的巴尔哈什机场，机舱里卸下大量武器与军车。对于我们的好奇，空降兵们的回答是“要参加一个大规模演习”，对阿富汗的事情守口如瓶。有些伊尔-76卸下人员和装备后就离开了，而另一些则停在跑道附近的冻土带上，事后我们才得知那些留下来的飞机上满载重武器。机场周围的空地上很快就搭满了帐篷，从12日起，巴尔哈

注一：这是苏联领导人勃列日涅夫创造的“政治词汇”。1979年12月，为阻止阿富汗总统阿明倒向美国，防止该国动乱局势向苏联中亚共和国蔓延，勃列日涅夫推动苏共中央和部长会议做出出兵阿富汗的决议。当入侵行径曝光后，勃列日涅夫在12月29日写给美国总统卡特的信中强调苏联只应阿富汗民主共和国政府的请求，向其派遣了“数量有限的苏联内陆部队”，“一旦促使阿富汗向苏联发出请求的因素不复存在，我们立即就会从其领土上全部撤出自己的数量有限的内陆部队”。结果，持续10年的侵阿战争让勃列日涅夫生造的“有限部队”变成与“第五纵队”一样虚伪的称谓。


▶1979年12月，停在巴尔哈什机场的米格-25侦察机群


▶1979年12月，停在巴尔哈什机场滑行跑道上的伊尔-76运输机

什机场不分昼夜地迎送大批伊尔-76和安-12运输机。作为值班员的我不断往返于团部与指挥所之间。我的印象里一个昼夜间到达巴尔哈什的运输机少则18架，最多时竟达33架，这种情况一直持续到12月25日。巴尔哈什本来就是军民两用机场，不论天上还是地面都很繁忙，因此在那些天里，到这里的民用航班要么晚点，要么取消，也让我那些从外地休假返回的战友们非常苦恼。不过在这段时间里，我们团仍按计划正常进行训练。到了12月20日，我们确实感到局势有些不对劲儿，空降兵的演习也非常奇怪，一些伊尔-76开始向西南方向飞去，不过它们很快就载着空降兵和装备返回了。直到今天，我也没弄明白此举是演练还是佯动。

对我们独立侦航团来说，阿富汗战争正式打响应从1979年12月24日晚算起。团部以训练警报的形式接到上级命令："8架雅克-28R侦察机（隶属第2航空兵大队）准备沿巴尔哈什-马雷航线进行侦察飞行。"此时，师部已派来多名军代表，要求我们带上各种比例的阿富汗地图。当我们问起执行什么任务时，军代表的口径却是"去土库曼斯坦进行为期数天的演习"。由于新年越来越近了，大家都在做回家的准备，那些留守的军官们也忙着为来队探亲的妻子们预订旅馆。显然，真正知道战争开始的团长尤里·安德烈耶维奇·季莫琴科上校和副团长阿尔卡季·尼古拉耶维奇·巴尔苏科夫中校。希望尽可能不打击大家过节的兴致，至少我一直相信自己是在搞演习。

12月25日清晨，7架雅克-28R飞往马雷机场，其中5架装备有A-42/20及A-54/100（又称"A-54/75"）昼间侦察相机，另2架装备有NAYa-7M夜间侦察相机和"桐树械"-7u闪光灯，还有一架雅克-28U教练机一同前往，它们被合编成独立第39侦航团战斗队。飞行员都是一级水平，总驾龄达到800~2 000小时，许多人都在驻民主德国的苏军西部集群服过役。战斗队中最引人注目的是副团长巴尔苏科夫中校和第2航空兵大队长戈尔巴舍夫斯基等指挥员，他们可以驾驶雅克-28R完成各种侦察任务，其中有些任务是一般人想像不到的——他们是真正的"超低空飞行王牌"，可以在离地20~30米的高度飞行。12月28日，戈尔巴舍夫斯基驾驶一架编号为39的雅克-28R，首次在阿富汗上空进行了侦察飞行。在1980年新年到来之前，雅克-28R共在阿富汗飞行了5个架次，主要是对阿富汗北部机场进行拍照，顺便对指定地区进行空中侦察。


▶独立第39侦航团第1航空兵大队指挥员谢尔宾宁中校，摄于1979年夏


▶在入侵阿富汗期间，苏军曾大量投入雅克-28R侦察机。该机是雅克-28双发战术轻型轰炸机的侦察型

战斗队里还包括25~30名地勤机械师和航拍人员，指挥员为第2航空兵大队副大队长斯捷利马赫大尉，他们是搭乘一架安-12飞抵马雷的。一个月后，地勤人员开始每月一至两次轮换，侦察机也进行轮换，主要将那些存在严重问题和使用时间较长的飞机调回巴尔哈什。在马雷，长期有7~9架雅克-28执勤，其中至少有2架为夜间侦察机，1架为教练机。有趣的是，教练机总是用来培训一个人——亚历山大·日勃罗夫上尉。其实按照常规，战斗队中只招用一级和二级飞行员与领航员，日勃罗夫是三级飞行员，他在极端天气下起降次数未达到晋级要求，但由于大队里有名一级飞行员生病，他才被补充进来。出于"以战代训"的考虑，副团长巴尔苏科夫中校决心利用这次绝佳的锻炼机会，把日勃罗夫培养出来。为了熟悉战场，巴尔苏科夫总是亲自驾驶雅克-28U教练机，后舱坐着日勃罗夫，沿着马雷-库什卡-格拉特-马雷的航线往返飞行。过了一段时间，日勃罗夫终于可以单独执行战斗任务了。

省下一笔"横财"

当雅克-28全都飞走后，巴尔哈什机场又是另一番景象。独立第39团团长季莫琴科上校将留驻的所有米格-25侦察机飞行员召集起来。当时只允许二级以上飞行员驾驶（或转训）米格-25，因此所有米格飞行员都加入了战备行列。季莫琴科部署下一步飞行计划，命令向土耳其斯坦军区的卡尔什机场派遣4架米格-25（两架米格-25RBV和两架米格-25RBS），但没有确定具体起飞时间，任务名目仍是"参加演习"。战斗队人员早已确定，队长是主管飞行训练的




►左图：1979年11月1日，独立第39侦航团第1航空兵大队全体指战员隆重集会，庆祝1980年新训练年度开始，第一列分别为索勃京少校（左一），洛帕京少校（左二），多勃雷宁大尉（左四）。一个月后（即1979年12月1日），他们中的部分人员就前往卡尔什，投入到阿富汗战场。右图：1980年2月，雅克-28R侦察机（舷号为39）的机械师特罗宁中尉及另一架侦察机的机械师苏林中尉（左）在马雷机场合影，他们均属于第39侦航团第2航空兵大队

沙米尔·什加波维奇·穆法扎洛夫中校，队员包括第1航空兵大队长根纳季·费奥多罗维奇·谢尔宾宁中校和飞行中队长阿纳托利·洛帕金少校等。作为团里的空中火力与战术训练主任，我也参加了这一战斗队，同时担任战斗队副政委职务。飞行员与飞机的比例为1.5∶1，与1971~1972年苏联派遣米格-25参加埃及与以色列的"消耗战争"的配比一样。

任务分派后，我们旋即投入紧张的训练工作，参战人员则默默地准备地图和飞行资料。尽管周围的人都在准备迎接新年，但我们丝毫不敢放松。四架待命的米格-25抓紧安装侦察器材，其中两架米格-25RBV配备"盘旋"侦察平台和一个5吨重的外挂油箱。另两架米格-25RBS则只装备了"军刀"侦察平台，因为它们要在平流层进行相对安全的高空侦察，所以没有外挂油箱。1月3日至4日，我们完成赴卡尔什的转场飞行，并进行了俯冲训练和导航准备等科目。与雅克-28战斗队不同的是，我们没有配备教练机，而且我们已从马雷机场的同事口中得知，即将面临的"演习"其实是不折不扣的战争

没想到米格-25机群一到卡尔什，老天爷就给了"下马威"。1月5日，卡尔什与许多备降机场都被雾气与雪所笼罩，只有一架搭载30名航空工程人员的安-12强行从巴尔哈什起飞，他们的指挥员是第1航空兵大队副队长尼古拉·费奥多罗夫·勃列斯拉夫斯基少校，他们要为先期抵达卡尔什的米格-25战斗队作好地勤保障。顺便说一下，独立第39团没有安排航拍人员去卡尔什，因为那里就有土耳其斯坦军区的独立第87侦航团，他们有足够的航拍专家。接下来的几天内，天气都不好，但在上级催促下，1月8日，我们的编队开始做起飞准备，第二天的天气仍然不好，卡尔什机场上空能见度仅为2 500米，还下着雪，但四架米格-25仍以四分钟间隔依次升空，飞赴乌兹别克斯坦加盟共和国与阿富汗交界的阿姆河流域。一个半小时后，我们返回卡尔什机场。

对我们来说，最大的困难是战斗队的停靠地点。当时，卡尔什机场共进驻了四支航空兵，其中第735歼击航空兵团（装备米格-23M歼击机）和独立第87侦航团是这里的"土著"，后者的10架米格-21R侦察机和2架米格-21UM教练机及100名官兵已于1月2日开赴阿富汗。另两支部队是近卫第149轰航团的两个大队和我们的米格-25战斗队了。第149轰航团装备了雅克-28I前线轰炸机（与前面提到的雅克-28R侦察机性质不同），12月中旬从原驻地尼古拉耶卡飞过来。由于独立第87团整个一月份都处于战时状态，所有指挥员都住在机场内，使得住宿条件更为紧张。我们不仅没有地方停放堪称"骆驼"的米格-25，自己都找不到地方住，因为较好的房间早被兄弟部队占去了。在独立第87团团长的照顾下，我们的指挥所才被安排进一个3~4平方米的小房间里，这里此前被当作盥洗室兼厕所！经过几个小时的清理后，我们的指挥所就开始工作了，而飞行员和机械师们只能挤在可容纳150人的营房宿舍内，根本没有舒适可言。相比之下，我们那些驾驶雅克-28的战友们却在马雷机场舒服地住着旅馆，每人每天要花上1卢布的住宿费，我们米格-25的飞行员们却住"马棚"里，于是上级称我们为自己省下一笔"横财"，因为我们每天的出差补助为1.5卢布，住在免费营房宿舍里就不用缴纳旅馆房费了。

"那就是幸福吧！"

尽管生活方面有些困难，但并没有影响我们的工作。当时主要有两个任务：一是沿着阿富汗与伊朗、巴基斯坦的边境线进行无线电监听，防范两个激进的伊斯兰国家支援阿富汗抵抗运动；二是对阿富汗境内指定地域进行航拍和雷达侦察。由于战况进展还算顺利，再加上敌人暂时没有防空武器，米格-25在6 500米高度飞行即可完成航拍。为了使图像区域更广阔些，我们经常飞到9 000~9 500米高度拍照。不过阿富汗境内多山，高空航拍的效果并不好，许多敌情还真的发现不了。我与一位驾驶雅克-28R的同事交流时得知，有一次，上级安排他



►土耳其斯坦军区空军司令员别洛诺日科中将为杜德金少校颁发红星勋章，其身后为独立第39侦航团团长季莫琴科（左侧戴毛皮高帽者），旁边是第1航空兵大队长安德列·格里高利耶维奇·多勃雷宁大尉，他正在端详手中的红星勋章。摄于1980年秋



▶米格-25侦察机机头部位的斜向相机镜头特写

驾驶雅克-28R沿阿富汗-伊朗边境侦察飞行，对之前米格-25提供的高空航拍情报进行复查，结果却遭遇一架伊朗空军的F-14A战斗机的伴随跟踪，而之前米格-25战斗队提供的情报显示，伊朗在与阿富汗接壤的东部锡斯坦-俾路支斯坦省没有作战飞机。

米格-25战斗队在卡尔什直接受领来自莫斯科（空军总部）和塔什干（土耳其斯坦军区空军司令部）的电令。通常，每天晚上塔什干会发来一份侦察通报和战斗命令，随后穆法扎洛夫中校就将我们召集在那间“厕所指挥所”，安排第二天的任务，传达侦察通报。接下来，我们开始制定飞行计划，研究任务特点，组织无线电通信（极少数人参与），讨论各种问题。然后，有飞行任务的人员开始为第二天的飞行做准备，经过简短的检查后，大家就休息了。

早上，我们有时6时起床，有时8时起床，主要看是否执行第一轮侦察任务。我们的侦察任务强度不定，有时一天三次，有时一周才一次。一天内的侦察活动也不确定，有时在前一批次起飞20~30分钟后就会让第二批次起飞，有时也可能间隔几个小时。一般情况下，我们的米格-25都要悬挂副油箱，飞行时间为一个半小时至两小时。有时，我们经常带着300~500千克燃油降落，不能满足第二次飞行的需要，于是机械师在得知我们的任务情况后，经常会将所有油箱都加满油。

执行任务时，我们的装备很简单（与在巴尔哈什一样），穿着春秋工作服和短上衣，起飞前到值班员那里领取一支马卡洛夫手枪和两个弹匣。但在阿富汗战争中声名大噪的特制救生背心（有人煞有其事地形容为“乳罩救生衣”）却很少穿戴，因为它实在太束缚人的身体了。至于许多苏联歼击机和直升机常备的AKS-74U冲锋枪，我们也没有考虑过要携带它，因为不论从平流层飞行规定还是中东埃以战争经验都告诉我们，携带冲锋枪的意义不大，一旦飞机发生故障，我们跳伞逃生后，什么武器都不能保证我们绝对安全。去阿富汗执行任务前，我们要上交所有文件和资料。救生专家和教官们什么忠告都没有跟我们说，唯一的指南就是竭尽全力返回苏联，如果不能飞回国，就尽力降落在阿富汗境内的任何一个机场内。当时我们中的绝大多数人还都不了解关于战时搜救的规定和原则。当时的那种惊慌与恐惧依然记忆犹新，飞行中的我们不知道下一分钟会发生什么。飞行期间，我们被严格限制使用无线电通信，只有起降时才可使用。起飞后，我们选择好合适的高度（9 000~10 000米），就一头扎进孤寂的远方，只有里程表在提醒你距离起飞机场100千米，150千米，250千米……除了仪表上的数字外，你感到唯一活动的东西就是自己的大脑。天空中一片寂静，下面是无边无际的山地或沙漠。在这种情况下，飞机稍微有点异常，哪怕是仪表指针稍微晃动一下，就会让我们惊出一身冷汗，后背经过很长时间还是凉嗖嗖的。这种感觉不仅是我一个人有，几乎所有在阿富汗战斗过的飞行员都有。在完成任务返回时，里程表上的读数就会变得越来越亲切。当眼前出现你熟悉的机场轮廓时，一种特别的感觉油然而生，也许那就是幸福吧。

我们的米格-25与卡尔什机场上的其它各型飞机经常同时执行任务，因此我们的指挥员也要进入机场指挥调度室指挥米格-25的飞行，而允许进入这一调度室的只有穆法扎洛夫中校、谢尔宾宁中校和我。

命悬一线

从1980年1月中旬开始，卡尔什机场的天气便出现好转，米格-25执行战斗任务的频率也开始增加。我是到达机场后第三天开始飞行的。1月11日、14日和19日，我沿着阿富汗-伊朗边境进行了雷达侦察飞行，19日我还到距乌兹别克斯坦不远的阿富汗马扎里沙里夫地区进行侦察。

参战期间，给我印象最深的是1980年1月29日的飞行，那是我在阿富汗期间最危险的一次。这天，我的任务是在9 000米高度沿阿富汗与巴基斯坦的边境线进行航拍和无线电监听。起飞前，我的飞机加注了14 250千克燃油，还增加了一个PTB-5000外挂油箱，里面有4 000千克燃油。清晨，在指挥所确认完任务后，我来到停机坪，听完机械师的飞前准备汇报后开始检查飞机，一切正常。进入驾驶舱后，我请求起飞，随后启动发动机。一切都按照规定程序进行，谁都没有发现一场灾难即将来临。很快，我的米格-25进入待飞区。为了观看米格-25的起飞情况，当地的第735歼航团地勤人员没有立即疏散，对于他们来说，米格-25飞机并不常见。不想，这一次我的米格-25真让他们“大开眼界”了。

进入跑道前，机械师们对飞机又进行了一次检查，还是一



▶米格-25RBV侦察机的驾驶舱。苏联飞行员别连科曾驾驶米格-25叛逃到日本，美国专家研究该机后认为其座舱布置不如F-4先进

切正常。9时45分，我驾驶米格-25离开地面，但飞行只持续了7分钟，而按照所加燃油量计算的话，我本该飞行两个小时。原来机械师在加满油后，没有将副油箱的盖子按照螺纹拧好，结果在飞机起飞瞬间，我像往常一样将发动机开到最大，油箱盖子被晃动的燃油弹飞，箱内燃油向后甩出一条长线。坐在舱内的我根本不可能发现这种情况，继续加大马力，开始在跑道上快速滑行起来。面对眼前的情景，机场上的人都惊呆了，米格-25起飞竟然是这般模样：飞机越来越快，身后却拖着一条越来越长的火舌，大约有30~40米，几乎是机身长度的三倍！而我座航内的仪表显示一切正常。飞机离开地面，我刚刚将起落架收起，就听到飞行指挥员的呼叫：“任务取消，紧急降落！做2×180°回旋动作，立即降落！”

此时我唯一的选择应该是弹射出舱。很快无线电里传来本地机场指挥员的建议：“你的机身着火了，你离开居民区弹射出来吧！”看样子，我的座机正在居民区上空或朝着居民区飞去。当我询问降落原因时，他们告诉我：“燃油泄露，不能再飞了！”尽管戴着头盔和氧气面罩，此时我总算闻到了航空煤油的味道。我没有执行弃机跳伞的建议，而是迅速转弯返回机场，并放下起落架。就在飞机高度降至600米时，无线电里传来大队长谢尔宾宁中校的声音，让我尽快扔掉外挂油箱。我立即执行了，但指挥所后面还在下达一样的命令，我判断外挂油箱可能没有脱落。事后才查明，在我放下起落架后，外挂油箱的锁闭装置就自动打开了，像其它外挂物（如航空炸弹）的锁闭原理一样，我再怎么按开关，都不可能将油箱扔掉。在下降过程中，我关闭了发动机的后燃室，飞机屁股后面的“火尾巴”才熄灭，准确地说是长长的火舌消失了。

我的飞机开始在跑道上滑行，速度却远高出着陆前应降到的标准。我感到座机像脱缰的野马一样狂奔。其正常降落的重量为24~26吨，但因为机内和外挂油箱里存有大量燃油，此时的重量接近40吨，这也是速度降不下来的主要原因。最终我的米格-25以405千米/小时的速度降落在跑道上，从而打破了该机降落的最高速度纪录。由于大火烧坏了伞箱，所以机尾的减速伞没有打开，好在起落架坚持住了。尽管我在得知减速伞打不开后立即关闭了两台发动机，但飞机还是滑行了450多米。不管有多惊险，米格-25并没有遭受太大损伤。它刚一停下来，指挥员就命令我：“立即离开飞机！”爬出驾驶舱后，我向机尾看了一眼，顿时被眼前的景像吓得大吃一惊：减速伞已被烧得熔化成一团，左垂直尾翼完全被烧毁，左襟翼被烧得膨胀起来。急速赶来的消防车在几秒钟内扑灭了机身上的火焰。那个犯下错误的机械师与消防队员一起跑了过来，很快他就发现油箱上的盖子不见了，于是立即跑回装备车附近，然后又跑到停机坪上，10分钟后终于找到失落的油箱盖子，并将其拧在油箱口上。不过，后来的调查委员会很容易地就发现了这一问题，因为油箱进油口周围全被烧得黑黢黢的，沾满了烧焦的黑渣子，只有这个盖子是干干净净的，上面还沾有少量未燃烧过的油渍。事后，这名机械师受到军事法庭的审判，被降低了军衔，调到远东军区。有意思的是，他并没有因为这个“污点”而影响仕途，后来不仅晋升为上校，还在某航空集团军担任了要职。

米格-25着火事件发生后，土耳其斯坦军区空军司令员别洛诺日科中将命令我返回原单位。1月31日，一架直升机将我接回巴尔哈什空军基地，直到今天我也想不明白为什么要把我换了回来。


▶体型庞大的米格-25RBV侦察机

大材小用

从此以后，我们所在的卡尔什机场再没有发生过一起空中事故，不过地面上的事故却接连不断。近卫第149轰航团的副大队长驾驶雅克-28I轰炸机执行完战斗任务后返回机场，降落滑行时机翼刮上了一架米格-25的后喷口。我们的后喷口是用坚硬的钛合金制成的，并没有什么大碍，而他们的雅克-28却让机械师们忙碌了数天，因为机翼损伤太重了。几天后，机场上的一名义务兵饮酒死亡。不知是失误还是缺心眼，他将工业酒精勾兑到白酒里喝了下去，当人们发现他中毒时，医生已束手无策。2月4日，第149轰航团的一架雅克-28I因浓雾在卡尔什机场坠毁，飞行员与领航员全部遇难，机场跑道封闭，但此时我们有一架米格-25马上要降落了，无奈之下，只能临时降落萨马拉坎德的备用机场。两三周后，就在苏联红军节（2月23日）的前一天晚上，独立第87团团长在午夜巡查时，透过我们指挥所的小窗户发现四名飞行员正在饮酒。这位负责任的团长立即冲进去，批评他们不该在战斗期间喝得酩酊大醉（其实每人只喝了两小杯），并扬言要向莫斯科打电话汇报此事，随后夺走一只酒杯作为物证。好在他手下留情，只将电话打到中亚军区空军司令部。尽管如此还是引起轩然大波，四名飞行员立即被遣返回原部队，并在党务会议上作了深刻检讨。

接替这些冒失鬼的还是独立第39团的飞行尖子，他们在此后战斗中执行过10多次飞行任务。有一天，谢尔盖·苏勃京不知什么原因，驾驶一架没带副油箱的米格-25RBV从卡尔什飞往阿富汗赫拉特执行侦察任务。实际上，米格-25在这种情况下是很难飞回卡尔什的，即使回来了，也必须一次性降落成功。那天天气坏透了，下起了暴雨，能见度不足1 000米。当卡尔什得知这一情况时，苏勃京已经飞走了。要知道这么大的雨，驾驶舱前面的风挡玻璃都刷不干净，飞行员根本无法看清外面的情况。苏勃京硬着头皮将米格-25一次性降落在卡尔什。当他平稳地停住飞机时，众人不由得为他欢呼起来。

我们团的米格-25并没有在阿富汗战场上呆多长时间，通常沿着边境飞行，以亚音速在9 000米高空进行侦察，即使偶尔有几架米格-25进入平流层，也没有打开所有侦察装备。很快，指挥所发现我们的米格-25有点大材小用了，在阿富汗战场上只要有雅克-28R、米格-21R和安-30就够用了。米格-25不仅使用成本高，而且风险大。3月底，我们的米格-25全部退出阿富汗战争，返回巴尔哈什。1980年底，所有参加此次任务的飞行员都被授予红星勋章（那四名饮酒的飞行员除外）。两年后，即1982年2月1日，我被调到扎波罗热飞机修理厂担任试飞员，后来升任试飞勤务主任，并在那里结束了军旅生涯。

[编辑/秦蓁]

德M88、汉阳造步枪与毛瑟的纠结(下)



▶比利时M1889毛瑟7.65毫米步枪

文·图/马式曾　孙成智

[文章编码0315]

毛瑟藐视被弃创辉煌

德国军方甩掉毛瑟，另行成立步枪测试委员会推出M1888步枪之后，毛瑟在忙什么呢?

1886年，保罗·毛瑟参加了当时军事强国土耳其陆军新式步枪的招标，开始改进M71/84步枪时：弹膛缩短40毫米，口径缩小为9.5毫米，还是采用黑火药。弹枪系统性能还行，获得土耳其政府的认可，命名为M1887S步枪，全长1 255毫米，空枪重4.28千克，枪管长770毫米，8发管式弹仓，初速535米/秒。土耳其希望预订50万支步枪和5万支卡宾枪，合同于1887年2月9日签订，第一阶段1890年底前需要交货22万支。

1887年，国际上已经掀起追赶无烟药小口径的步枪高潮。毛瑟不甘示弱，及时转向了无烟药的小口径步枪研制，为比利时设计了此类步枪，由FN公司制造。所用枪弹为7.65×53毫米，无底缘，无烟药2.72克，圆形弹头13.95克，初速610米/秒。供弹机构甩掉了管式弹仓，改用位于枪机下方的5发单排弹仓供弹。装填时需先把枪弹装在弹夹上，再从弹夹上依次推入弹仓。该枪被比利时列装，命名为M1889步枪，一直生产到1925年，总计27.5万支。全枪长1 295毫米，空枪重4.01千克，枪管长780毫米。

毛瑟按合同向土耳其交了22万支黑火药的步枪后，余下的改为供应小口径的7.65毫米M1890步枪。该枪是在比利时M1889步枪基础上改进的，仍用7.65毫米口径，去掉了枪管外的套管，改成薄铁皮的套罩而成。全长1 235毫米，空枪重4.17千克，枪管长740毫米，初速625米/秒。1890~1893年毛瑟为土耳其组织生产了24.5万支M1890步枪，卡宾枪3万支。M1890步枪在1891年后还被阿根廷、玻利维亚、哥伦比亚、厄瓜多尔订购生产。

之后，毛瑟又将M1890步枪的枪机减轻，抽壳钩加强，成为7.65毫米M1891步枪，阿根廷订购了步枪18万支，卡宾枪3万支，1894年交货。

1892年，毛瑟向西班牙推出了7毫米口径、5发双排弹仓(世界首次)、没有仓体外露的步枪，发射7×57毫米圆头枪弹，弹头重11.2克，初速700米/秒，全枪长1 235毫米，空枪重4.3千克，枪管长704毫米。西班牙定型号为7毫米M1893步枪，订购了25万支，在1898年4月25日~10月1日的美西战争中使用，令美国军认识到自己使用的克拉克步枪的落后，毛瑟步枪的先进。M1893步枪的缩短型定型为7毫米M1895卡宾枪，不装刺刀，全长920毫米，重3.42千克，初速610米/秒。

1894年，毛瑟又向瑞典推出M1893步枪的更小口径改进型，发射毛瑟型6.5×55毫米枪弹，获得瑞典军队正式装备，定型为6.5毫米M1894步枪，进而还装备了6.8毫米M1896步枪。

同年，德国步枪测试委员会终于不再死抱自己的"娃娃"，转而要求毛瑟对M88步枪实施改进。毛瑟是德国人，不计前嫌，借鉴为西班牙研制的M1893步枪和7毫米枪弹的经验，对M88步枪做了如下改进：

——重新设计枪机，将M88的机头与机体合二为一，取消了容易丢失的机头，在机体上增加了备用突笋，作为闭锁发射时力的支撑，起保险作用；

——重新设计弹壳，增大对燃气的密闭能力；

——在机匣后上方加上了横梁，加强了机匣刚度，并在横梁前端面设有弹夹卡槽，便于从上方向弹仓内压弹；

——沿用了7毫米M1893步枪的交错双排5发弹仓，既可以用桥夹一次装填5发枪弹，也可以单发随时续填；

——弹仓下底部开口封死，与枪托



▶土耳其7.65毫米M1890步枪



▶德7.92毫米M98步枪



▼德M98步枪枪机(左)与M88步枪枪机对比，可见M98的枪机结构件多且复杂



▶德M98步枪（下）是5发双排匣式弹仓供弹，与M88步枪（上）相比，弹仓没有突出于全枪下平面之外



▶德M98步枪的轻尖弹和重尖弹（右两发）

底平面齐平，便于扛枪，减少泥沙侵入；

——表尺射程增加到2 000米。

为试验新步枪，毛瑟付出了沉痛代价，失去了一只眼睛。

军方向毛瑟兵工厂订购了2 000支改进后的样枪及若干枪弹。1895年夏，4个步兵营对新枪进行检验性试验，反映改进效果好。军方将新枪命名为M88/97步枪，开始在埃尔福特厂小批量生产。

1898年4月5日，德皇威廉二世批准毛瑟的新式步枪给部队试用。1899年2月，新步枪在三个步兵营进行试用，反映良好，定型为M98步枪。随后毛瑟兵工厂投入大批量生产，陆续装备部队。1900年，入侵中国的德军是首批装备M98步枪的部队之一。

M98毛瑟步枪在1899~1902年英布战争中展示了威力，布尔人（非洲荷兰人的后裔）手持M98毛瑟步枪，打得英军伤亡惨重。

M88委员会步枪虽然被M98毛瑟步枪取代，但它确立了8×57毫米枪弹外形尺寸为德国军队标准步枪和机枪弹药的地位。开始，M98步枪仍然发射8×57毫米圆头枪弹，到了1903年，德国研制出改进弹头的新弹，命名为8×57S的轻尖弹，弹头直径从8.1毫米增加到8.22毫米，弹道也变得更平直。后来，许多先前出厂的M98式步枪需要改造枪膛和瞄准具来适应新的尖头弹。

M88步枪意外在中国吃香

在德国，虽然M88步枪经过多番修改，但部队仍然意见不断，官方不得不痛下决心，用毛瑟M98步枪换装。但换装是个过程，在1915年德国国内获得足够数量的M98步枪以前，M88步枪仍在二线单位有所使用。换下来的M88步枪陆续推销给其他国家，中国是第一大用户，土耳其和一些非洲国家也曾购买。

德国淘汰的M88步枪流入到中国多少，尚未查到可靠数据。德国约167.5万支的总产量，估计绝大多数卖给了中国，因为其他国家的需求量都不是很大。

中国仿制M88步枪开始于1893年湖北枪炮厂（后汉阳厂），1902年达到了日产50支的生产能力。1893~1909年，汉阳兵工厂共产13.61万支仿制的M88步枪——老套筒和少量改进的仿制品。1912~1928年共产60余万支改进的M88步枪——"汉阳造"，1928年时日产100~120支。1934~1936年共产11.52万支"汉阳造"。1937年抗日战争爆发，汉阳兵工厂中制枪分厂迁到重庆之前，共仿制德M88步枪876 316支。迁渝后的1939~1944年，汉阳兵工厂（后续21分厂）共产20.68万支"汉阳造"。不算国内其它各厂仿制数量，仅汉阳厂就造出M88步枪108万支。M88步枪在中国前前后后使用了50多年，而在德国的装备持续时间不到10年

仿制德M88步枪的还有上海江南制造局，从1897年开始，到1904年共生产2万多支。广东、福建、江西等机械局在辛亥革命后仿制过，批量不大。赤水兵



◀（自左到右）"汉阳造"步枪、"老套筒"步枪、德M88步枪的顶视



►四种步枪（自下而上）的右视：德 M1871 毛瑟、德 M71–84 毛瑟、德 M1888“委员会”、德 M1898 毛瑟

工厂、贵州兵工厂、重庆武器修理厂及太原兵工厂在民国时期曾有仿制。抗日战争爆发后，西北制造厂西迁内地之 4 个分厂及以后复建的西北制造厂也仿制到 1948 年。

M88 步枪的仿制型和进口原型是很多中国军队的主用步枪。例如 1945 年 2 月的一份报告表明，原国民革命军第 17 军总员 18 103 人，步枪 5 337 支，其中 M88 步枪竟有 2 567 支，占 48%，余下品种都是杂牌，不如它多。

20 世纪的中国书刊影视作品中经常提到“毛瑟 88”、“老套筒”、“汉阳造”，已经成为涉及战争武器方面的历史热词。2011 年 5 月，湖北省的影视人以《“汉阳造”》为片名，以“‘汉阳造’——中国第一枪”为主线的历史大戏开机摄制，剧中表现了近现代中国波澜壮阔的兵工史、革命发展史，成为中国共产党建党 90 周年和辛亥革命百年纪念献礼影片之一。

德国 M88 步枪的中国仿制品——‘汉阳造”的诸元如下：

枪弹：仿德国 7.92×57 毫米 M88 圆头弹；

步枪：全枪长 1 250 毫米，重 4.06 千克，枪管长 740 毫米，初速 640 米/秒，刺刀全长 517.5 毫米，刀身长 395 毫米，刀重 0.57 千克；

卡宾枪：全枪长 955 毫米，重 3.4 千克，枪管长 442 毫米，初速 600 米/秒。

不怎样的 M88 步枪为何俏在中国

M98 步枪引进受控来迟　在德国，性能比 M88 步枪好的 M98 步枪出来后，首先满足了本国 87 万军队换装，到 1915 年全部换完。德国退役的 M88 步枪需要倾销，上任的 M98 需要控制出手的国际惯例一如既往。中国的正规仿制是从 1924 年，东三省兵工厂经丹麦技术传授仿制捷克造 M98 步枪才开始的，随后广西兵工厂、巩县兵工厂先后从 1925 年、1928 年开始仿制。至于 M24 毛瑟步枪，到 1934 年中国才从德国购买到 1 万支枪和全套图纸量具，巩县兵工厂正式仿制。

德商借用毛瑟名气忽悠　中国是德国 M1871 毛瑟步枪的最早用户，德国 M71/84 步枪接踵输入中国，M96 毛瑟手枪尽管在德国和美国军队手枪选型竞争中落选，但在中国却获得了“人见人爱”的美名。

德国商人为了推销本国撤装的 M88 步枪，故意指鹿为马，一直把 M88 步枪说成是新式毛瑟步枪。中国国内一些官方文书和资料中也一直把这支委员会步枪归入毛瑟步枪之列。例如 1904 年《吴学廉参议江南制造局移建萍乡之条陈》中，有“查德国一千八百八十八年所造七密里九口径枪，即新毛瑟也………”。1912 年 3 月 16 日“捷成洋行致民国陆军部函”中，就将“1888 年式委员会步枪”称为‘最新式毛瑟步枪”。直到 21 世纪初，一些国内书刊中文章还在沿用 M88 毛瑟步枪之说！

德国军事顾问团推波助澜　20 世纪的中国上层内有德国顾问，在 20~30 年代，高峰时曾有 135 位德国顾问在华任职。他们对推销德国过时军火的助推作用不能忽略。

汉阳兵工厂仿中创　M88 步枪在中国仿制初期照样出现故障。例如 1910 年 8 月，东三省总督锡良给陆军部的电报中说：“鄂制新枪机后尤易泄火，燃眉伤目，以致兵丁不敢瞄准，弃置营中几同废铁，情愿更换笨重之九响旧枪（即 M71/84 毛瑟步枪）。”再如 1911 年 7 月 30 日《湖北兵工钢药两厂所造枪炮钢药各件利病说略》中指出：“德国八十八年步枪本未尽善，本厂仿制袭而未改，数其缺点有左数端：……”。具体缺点用现代汉语表述为：其一，机头单独小件，擦枪时常有遗忘或失落，照样可以装弹击发，造成膛外炸伤人；其二，发射时闭锁突笋后方支撑处薄弱，容易变形，影响射击精度；其三，机尾没有防御后喷火屏障，易伤眼；其四，弹仓突出，行军时不能正面朝上扛枪，弹仓的底部不密闭，易进泥沙，造成进弹卡滞；其五，抽壳钩和退壳挺皆小，容易损坏或丢失。

该厂（先前称湖北枪炮厂）是中国晚清及民国初期规模最大、设备最先进的兵工厂，在 50 多年的仿造 M88 步枪过程中，不断严格控制材料、改进工艺、修改产品设计，对提高 M88 步枪质量的功劳功不可没。汉阳兵工厂从 1893 年开始仿制 M88 步枪。1904 年，在德国自己改进的基础上，该厂去掉了枪管外面的套筒，增加上护木，枪管外径由 13.4 毫米加粗到 14.8 毫米，改进后的仿德 M88 步枪被人们称为“汉阳造”步枪。1910 年，将直立式框形表尺（分划 5~20）改成德 M98 步枪上的弧形表尺（分划 1~20）。1913 年，刺刀座由头箍的侧面改到枪口正下方。1930 年，将节套、枪机、刺刀的热处理工艺革新成渗碳淬火一次完成。M88 步枪在中国吃香 50 多年，与汉阳兵工人的“仿中创”、不断提高质量密不可分，与中华民族的创新精神密不可分

毛瑟步枪誉满全球

德国 M98 步枪的诸元如下：

弹药：德国 7.92×57 毫米 M98 步机枪弹，无烟火药，即原 M88 S 尖头弹和 M88 sS 重型尖头弹，弹径均为 8.2 毫米。

M98 步枪：全长 1 250 毫米，枪管长 740 毫米，重 4.2 千克，初速 859 米/秒，表尺射程 2 000 米。

M98毛瑟步枪当然有着它的改进型号。

M1898AZ是1908年研制的卡宾枪，A代表可装刺刀，Z代表有支架。1912年停用。

M1898a是M98的卡宾枪型，1915年将枪长缩短为1 107毫米，在第一次世界大战中的德军中服役。

M1898b是1929~1930年改用宽而平的表尺的卡宾枪。

特别提出的是6.8毫米M1907毛瑟步枪，是毛瑟公司专门为中国研制的型号。20世纪初，当时洋务派人士们提出参照日本的6.5毫米步枪口径和德国7.92毫米步枪口径的情况，拟定中国的统一制式口径，并请毛瑟公司研制。公司在M98步枪基础上改进口径而成新枪，定型号为M1907型，发射6.8毫米枪弹。由于国内处于军阀割据，经济困难，后来又面对现况，重新使用德7.92×57毫米枪弹。

Vz24步枪是第一次大战后，德国为了逃避《凡尔赛条约》的不准造枪限制，毛瑟公司在捷克工厂以外贸名义生产的M98改进型。主要设计思想是将M98的步枪与马枪合一，全枪长度缩短，增强机动性。

Vz24毛瑟步枪在比利时FN公司也曾进行制造，FN1924步枪在比利时一直生产到1964年。全枪长为1 095毫米，重3.8千克。

20世纪20~30年代，德军忙于重新武装自己，把重点放在坦克、飞机以及其它重型武器装备发展上，最高指挥部决定步枪让路不换装，只要求比M 98步枪缩短，继续使用。1935年德国开始生产M98K，到1945年共约生产了128万支。M98K是M98步枪的缩短型号。到二次大战结束，德军一直以M98K作为制式步枪。

M98K步枪全长1 112毫米，枪管长600毫米，重3.9千克，初速810米/秒。除了全枪较短之外，外观也有变化，拉机柄变成了弯曲向下。

1934年中国从毛瑟厂购得Vz24步枪10 000支，并附有全套图纸和量具，交由巩县兵工厂投产；1935年批量定型。最初定型为（民国）二四式7.92毫米步枪。当年8月，兵工署改定名为“中正式”步枪，献媚于当时统治者蒋介石。抗战后该厂辗转搬迁，并入重庆兵工署21厂后，从1943年10月开始批量生产中正式步枪，1944年月产可达7 000支，到1949年共生产7.92毫米步枪426 000支。

二四式步枪诸元：

枪弹：德国7.92×57毫米M98毛瑟尖弹（弹头10克）及重尖弹（弹头12克）；

步枪：全枪长1 100毫米，枪管长590毫米，初速（尖弹）810米/秒，空枪重4.1千克，表尺射程2 000米，刺刀全长575毫米。

19世纪后期和20世纪初期是步枪飞速发展的时期，M98毛瑟步枪是当时最优秀的步枪。它几乎具备了弹仓步枪发展阶段制造技术所能达到的最高水平：枪机头部回转闭锁，预抽壳（在高膛压下，先微微抽壳，防止突然快速后拉使弹壳断裂），弹性抽壳钩，击针自动凸轮待击，双排匣式弹仓，刚性抛壳挺，手控保险等等。

毛瑟步枪系列及其仿制品、改进品占据了第一次和第二次世界大战步枪总数量的三分之二还多。除了德国自己用的M88、M98/98K之外，还有比利时7.65毫米M1889步枪、土耳其7.65毫米M1890步枪、阿根廷7.65毫米M1891步枪、西班牙7毫米M1893步枪、瑞典6.5毫米M1894步枪、捷克7.92毫米Vz24步枪、比利时7.92毫米M1924步枪、二四式（“中正式”）7.92毫米步枪和美国的7.62毫米M1903/M1906/M1917步枪（斯普林菲尔德步枪）、英国7.7毫米MK1 No3步枪、南斯拉夫7.92毫米M1948步枪、日本6.5毫米三十年式/三八年式/四四年式/7.7毫米九九年式步枪、波兰7.92毫米WZ1898/ WZ1929步枪……

从19世纪70年代至20世纪60年代近100年间，世界上有几十个国家的军队、警察和准军事单位使用过毛瑟步枪，始终博得各国军队的青睐。二战时期著名的美国巴顿将军，就很喜欢毛瑟步枪，经常在他的指挥车上挂着一支。

（全文完）

[编辑/何懿]



▶中国订制的6.5毫米M1907毛瑟步枪



▶5支步枪局部顶视（自左向右）：后期“中正式”、早期“中正式”、比利时FN1924、捷克Vz24、德国M98K，可以从它们的出厂铭文、表尺以及机匣后端的过梁等方面看出区别



做客专家：吴志成

正 自动变速，坦克必须有

1 自动变速的优势显而易见。现代坦克的变速机构挡位较多，一般会有6~8个前进挡。在实战中，坦克需要通过复杂地形，不时发生的爆炸和随时可能形成的弹坑都要求驾驶员及时作出正确反应，会不停地换挡操作。但驾驶员频繁换挡极易造成精神疲劳，直接影响战斗力。自动变速不仅可以解放驾驶员的手，还能使驾驶员专心驾驶，并有余力完成其它作战任务。

2 坦克采用自动变速比手动变速换挡时间更短。坦克的加速性能除了与坦克驱动力、地面附着情况及自重有关，还与变速系统的换挡时间密切相关。自动变速与手动变速在换挡时间方面表现出的差异，主要表现在电子控制系统换挡所需时间与驾驶员换挡所需时间的区别。由于电子元器件及总线技术发展，当前电子控制系统换挡的

毫无疑问，
今天的武器装备大多
还是对昨日的延续，单就为变化所继续抵抗的传统或背景，
即使在今天也依然与它们在1960年代、1940年代乃至1920年代的一样强大，但有些变化的确值得探讨、争辩。需要强调的是，我们的目的在于卸下考据的重担，倡导仔细考察那些迹象背后更深更广的内容。

"争+鸣"空间的落地归结于北京西山脚下"四王府"的一次圈中好友的聚会，故记于栏目名中，以作纪念。

坦克自动&手动变速

[文章编码0316]

嘉宾主持/本刊记者 王 瑾

纵观坦克的发展，早期各国坦克都采用手动变速。自二战后期开始，美国以M5轻型坦克为先驱，自动变速被M26、M48、M60和M1等一系列坦克所采用。德国从"豹"1的手动换挡换为"豹"2的自动变速。英、法、日、韩等国发展的所谓三代坦克的传动系统也无一例外地采用了自动变速。最近，我国推出的新型外贸坦克也采用了自动变速系统。而俄罗斯的T-90坦克仍然采用手动液压操纵变速方式。那么，坦克的自动变速有没有弊端，是不是主战坦克必须的呢？



做客专家：芦继兵

反 自动变速，坦克可以没有

随着科技的进步，国内外步战车、主战坦克都采用了自动变速系统，但同时也带来了很多弊病。

1 造价高，综合传动箱的造价是普通传动机构的十倍。现在的综合传动系统是一个集离合器、变速机构、传动机构等合一的整体大系统，不是单一的部件组合，所以它的造价远远超过部件的总和。

2 故障率高。由于是整体的大系统，所以里面的机构复杂，机械、液压、电气部件增多，零部件剧增为过去的几十倍。零件增多使故障率明显增多。

3 自动变速系统自身不传动就耗功，理论指标为：耗功大于70千瓦，相当于吃掉100马力；油耗也比过去大很多。

4 使用自动变速系统会使坦克传动效率低，传动效率为72%。由于系统复杂，各种传动来回变化，致使传动效率比过去单一的齿轮传动效率明显降低。

5 自动变速系统比较复杂，为保证它能安全运行，会在坦克原有的监视仪表的基础上又增加很多仪表。这样

时间已减少到数百毫秒。很明显，手动变速比自动变速显得迟钝。较快的换挡时间意味着坦克的加速性能更优。

3 自动变速的控制技术并非神秘莫测。与民用汽车的自动与手动变速器不同，目前坦克的自动变速与手动变速在机械结构方面差别不大，都采用液力变矩器加行星变速机构的液力机械传动型式。不同之处主要是变速控制系统的组成不同。自动变速控制系统需要采集车速、发动机转速、油门位置、制动踏板位置等数据，并传送给电控单元（ECU），电控单元根据预定的控制策略发出换挡指令，其中包含控制策略的控制软件是直接影响到换挡品质的关键因素。然而，坦克系统的动力学环境非常复杂，任何通过计算或仿真得到的控制策略都需实践检验。研发自动变速系统的厂商都要经过大量的实车试验才可能得到令人满意的控制策略。

4 ‘傻瓜”式的自动变速比手动变速更能及时准确地选择挡位。就像受到干扰的摄影师用单反拍摄的照片可能还不如用“傻瓜机”的普通照相者。即便是很有经验的驾驶员在实战环境下，也很难克服来自各方面干扰并及时准确地进行每一次换挡。但电控单元指挥的自动变速就能在任何条件下，及时准确选择挡位，发挥坦克最佳的动力性能。

5 自动变速系统比手动变速装置具有更高的可靠性。自动变速系统的选挡器挡位设置少，结构较简单，仅通过电路线束与电控单元通信，系统可靠性较高。手动变速装置多采用电液控制系统控制行星变速器换挡，挡位多，结构也较复杂，与行星变速器通过电液系统联系，管路线路较多，距离较长，系统可靠性不如自动变速。



▶ 乌克兰哈尔科夫—莫罗佐夫（Kharkiv Morozov）机械制造设计局的自动传动控制系统

6 学习驾驶自动变速坦克比学习手动变速坦克更容易。自动变速操作简单，新兵经简单培训就能迅速担负驾驶坦克的任务。实战中如驾驶员右手或右臂负伤也不会对驾驶坦克产生较大影响，万一出现驾驶员丧失战斗力的情况，其他车组人员也可以驾驶坦克继续作战或撤离战场。

7 自动变速是无人坦克的技术基础之一。智能化的无人坦克是未来地面武器机动平台。由于技术发展不会一蹴而就，远程遥控坦克或有/无人一体化坦克将是近期出现的新型坦克。无论是远程遥控坦克还是有/无人一体化坦克，自动变速都将是不可或缺的技术基础之一。手动变速技术则完全不可能满足未来坦克技术发展的需要了。

会增加坦克乘员保养、维修、观察仪表等工作量和麻烦。

6 分析故障困难。自动变速系统是一个复杂的整体系统，维修维护时无法打开观看，只能暗箱分析，因此就无法直观分析、排除故障。如无动力输出、自动转向、不转向、无倒挡、挡位和车速不符等故障都可能。

7 排除故障等级升高。没装自动变速系统时，坦克内部是各个部件，哪个部件出问题，乘员可以自己动手排除。但安装了复杂的整体性自动变速系统，乘员就无法，也不允许拆卸。过去个人能排除的故障，现在必须进工厂修理，更换系统总成。



▶ 我国新型外贸坦克驾驶员采用的助力方向盘及自动挡手柄

8 维修成本大大增高了。手动变速时，若单一部件坏了，就可以更换。但自动变速系统中一个零件坏了，就得更换传动箱整体。犹如过去计算机内存坏了，换一个内存就行了。现在笔记本电脑，内存坏了，必须换主板，维修成本当然上去了。

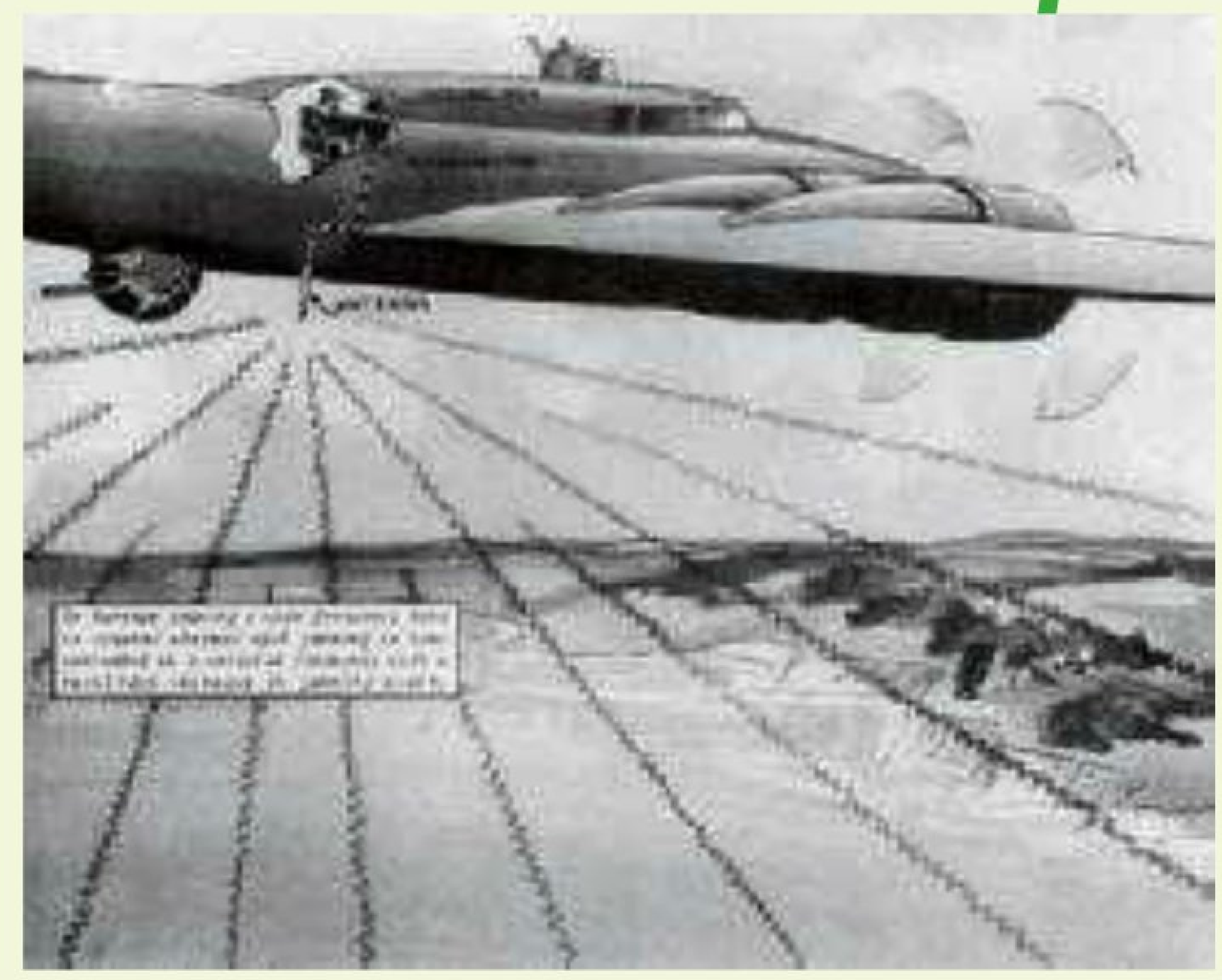
9 安装了自动变速系统的坦克，会提高驾驶要求。驾驶时不能隔挡、跳挡，不能高速急转弯，更没有节油的可能。山路驾驶，特别是下长坡，自动挡极易出现故障。

10 安装了自动变速系统的坦克转向概念逆反常规。前进时转向，坦克与汽车一样，倒退时就不同了。坦克若要向左倒，方向盘就得向右打，与倒汽车不同。这样与常规相反，很容易出危险。

[本文的访谈视频由网易军事录制]

[编者按]二次大战结束后，一场人类历史上空前的全面对抗拉开了序幕，一道无形的铁幕在世界版图上缓缓降下。之后的几十年中，随着经济封锁、颠覆渗透、军备竞赛的不断深化，世界堕入冷战的深渊，全人类在核大战的阴云下生活了半个多世纪。在这场旷日持久的对峙中，电磁空间的斗争同样激烈而精彩，为了压制敌方电子力量并且保证己方电子设备正常运行，两大阵营的技术人员使尽了浑身解数。本期开始刊载的系列文章《铁幕下的电子斗争》，将为您揭秘冷战中鲜为人知的电子战历史。

[文章编码 0317]



▶二战中美军有相当一部分轰炸机上安装有电子对抗设备，但是战后这些设备都被拆除变卖了

铁幕下的电子斗争 ①

山寨版雷达&发霉的干扰机

文/马 岩

1945年的秋天，世界带着满身的创伤迎来了人们祈盼已久的和平，但是，意识形态领域的分歧和偏见像一支锋利的刻刀，在地图上狠狠划下了一道横贯欧洲的分界线。1946年，温斯顿·丘吉尔在美国发表了著名的“铁幕”演说，揭示了在二战中曾同仇敌忾的东西方盟友关系无可挽回地向着对立的方向发展。随着苏联占领军切断了东西柏林的陆上交通，北约和华约组织相继成立，“冷战”的集结号已然吹响。而此时，美苏两国在电磁疆域的无形争夺也早已开始。

战后初期 美军的电子战研究陷于停滞

战争结束后，美国的电影院不再放映来自欧洲大陆的战事快报，取而代之的是像《煤气灯下》、《卡萨布兰卡》这样缠绵悱恻的故事片。大量的退伍军人永远放下了曾视之为生命的汤姆逊冲锋枪，回到家乡开始为自己的生计奔波。街头巷尾人们的话题也不再是星条旗又插在了哪座太平洋小岛上，而是面包、黄油的价格变动。在日日笙歌的和平错觉中，没有几个参议员愿意给增加军费开支的议案投下赞成票。随着军费的缩水，大量为军队服务的研究机构被裁撤，这其中就包括设立在哈佛大学的国防研究委员会第15处(以下简称15处)。

为保密起见，15处对外的称呼是“无线电研究实验室”，二战期间盟军四分之三的电子对抗装备都在这里研制定型。初创时期的第15处只有25名工作成员，到1944年夏，为15处工作的人员超过了800人。从1942年挂牌开张到1946年关门大吉，该研究机构共研制出150余种不同的电子对抗设备，消耗经费1 500万美元，获得了军队24 200万美元的订单。据粗略估算，由于电子对抗设备的使用，盟军800架轰炸机免遭击落，仅这些飞机本身的价值就达到了3.5亿美元。更重要的是，使用干扰手段压制敌方雷达后，轰炸机可以在较低的高度投弹，大大提高了轰炸精度，由此降低的间接损失难以估量。

战时第15处的工作效率是非常之高的，就连美军的高级指挥层也自信于此，一旦敌方部署了新的雷达或无线电制导武器，在数周甚至数天内，第15处就可以拿出有效的对抗措施。然而，“狡兔死，走狗烹”，战争刚刚结束，整个无线电工业的兴趣就迅速转移到投产新一代民用收音机和电视机上。不管第15处的研究人员在战争中曾书写下多少辉煌，也无法挽回“下岗”的命运，被撤销后的第15处所有设备和文件资料都被移交给了军种研究机构。就这样，没有了对手，失去订单支持的美国国防研究委员会第15处结束了其短短4年的历史。美国的电子对抗研究在之后的几年中几乎陷于停滞状态，美军对于电子战装备的态度进入了一个低潮期。

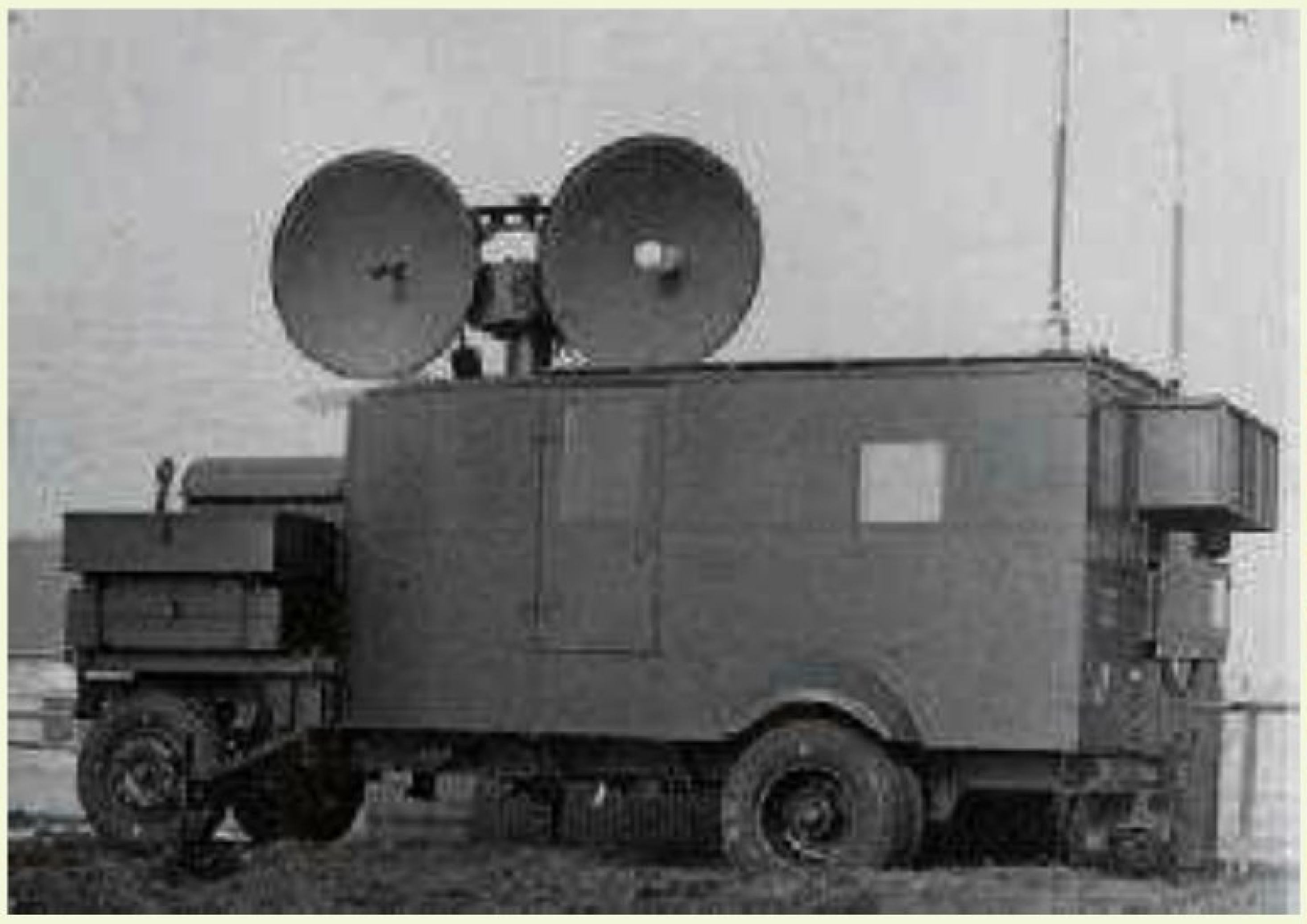
刀枪入库、马放南山的干扰机

研究已经在形式上中止，即便是战时已经安装在飞机上的电子对抗设备，状况也非常不容乐观。1946年从太平洋战场返回美国的一批B-29战略轰炸机中，电子干扰机都在炎热潮湿的气候里发霉了。美军编制序列中大部分飞机上的电子对抗设备都被拆下来变卖掉，余下的一部分也在仓库里默默的“宅”着，绝大多数的电子对抗军官都退伍或者转行了，战略空军司令部只保留了2名电子对抗军官的编制。直到1949年末，美国空军才开办了第一期电子对抗训练班，希望能够补充一部分电子对抗军官到基层。然而各飞行大队选派的人员大多是已经停飞的飞行员，性格怪癖，心里除了复飞什么事都不琢磨，更不要提学习什么电子战了。海军的情况和空军差不多，因为没有了电磁频谱领域的对手，大部分战舰上的电子对抗设备都拆下来堆进了仓库。

美国陆军的情况略有不同，因为海空军主要面临的电子威胁是雷达，所以进行对抗的措施就是用有源或无源干扰设备尽可能扰乱敌方雷达的工作，而陆军是不存在这种威胁的，因为当时的雷达技术只能探测到空中或者海平面上的目标，对于存在严重杂波反射的地面目标没有探测能力。所以陆军面对的电磁环境中只有一种信号——无线电通信。相对于用电子干扰手段阻断敌人的通信，陆军更加乐于从截获的敌方通信中获取情报，比如通过对敌方无线电的测向定位，推断敌方兵力部署和行动企图。如果破译了密码，敌方的通信信息就具有了更大的军事价值。在二战后期，这种战例屡见不鲜。显然，陆军对监听设备的需求远大于干扰机，所以，美国陆军在战后推动了几种型号的无线电测向设备的研制，仅此而已。

可以说，在战后差不多5年的时间里，美军的电子对抗水平在技术上几乎没有任何提高，在装备状态和战术运用能力上比1945年还要差。美军在第二次世界大战中耗费巨大人力物力财力，

79.
获得更多兵器知识最新期次请访问 杂志惠 http://www.zazhihui.cc/



▶ 苏联以英国AA3号炮瞄雷达为蓝本仿制的“海王星”雷达也曾投入小批量生产，并在战后继续在防空军服役



▶ “B-29斯基”——苏联的图-4轰炸机，在气动外形上二者极其相似，而且苏联也成功仿制了B-29上的APS-15地形测绘雷达

煞费苦心建立起的电子对抗力量，几近荒废。

租借法案 给苏联雷达发展带来转机

苏联兵器工程的传统就是简单可靠，以便在战时大量生产、训练和维修。但是通过种种正规和非正规渠道，苏军也接触到了一些西方武器。其中，最主要的渠道是“租借法案”。该法案是由美国国会通过的，旨在为反法西斯盟国提供战略物资。据统计，苏联通过“租借法案”获得了超过14 000架飞机、7 000辆坦克、267万吨油料以及大量特种钢材、机床设备等等作战急需的物资。苏军元帅朱可夫也曾提到这一法案在卫国战争中产生的积极影响——“如果没有美国人的火药，我们就会处于很艰难的境地，我们就不可能生产出战争所需的那么多的弹药。没有美国人的‘斯蒂倍克’牌卡车，我们就没办法运输我们的大炮。它们确实在相当大的程度上保证了我们的前线运输。”此外，缴获或偶然获得的武器装备也大量成为苏军战后武器设计的蓝本，比如根据德国潜艇仿制而成的W级潜艇，根据V-1导弹仿制的10X飞航式导弹。最令美国人气不过的就是B-29重型轰炸机了，这种战略轰炸机本不在“租借法案”提供清单之内，苏联虽多次交涉，美国就是不给。可偏偏有几架B-29发生故障，实在没办法，一咬牙一跺脚就迫降在了苏联境内。在苏联人眼里，这飞过来的哪里是超级轰炸机，纯粹就是超级大馅饼。于是，好客的苏联同志说，既然来了，就别着急走啦，连人带飞机都给扣下了。3年后的1947年8月，3架名为图-4的战略轰炸机在苏联航空节上亮相，明眼人一看就全明白了，因为它们几乎和B-29一模一样。

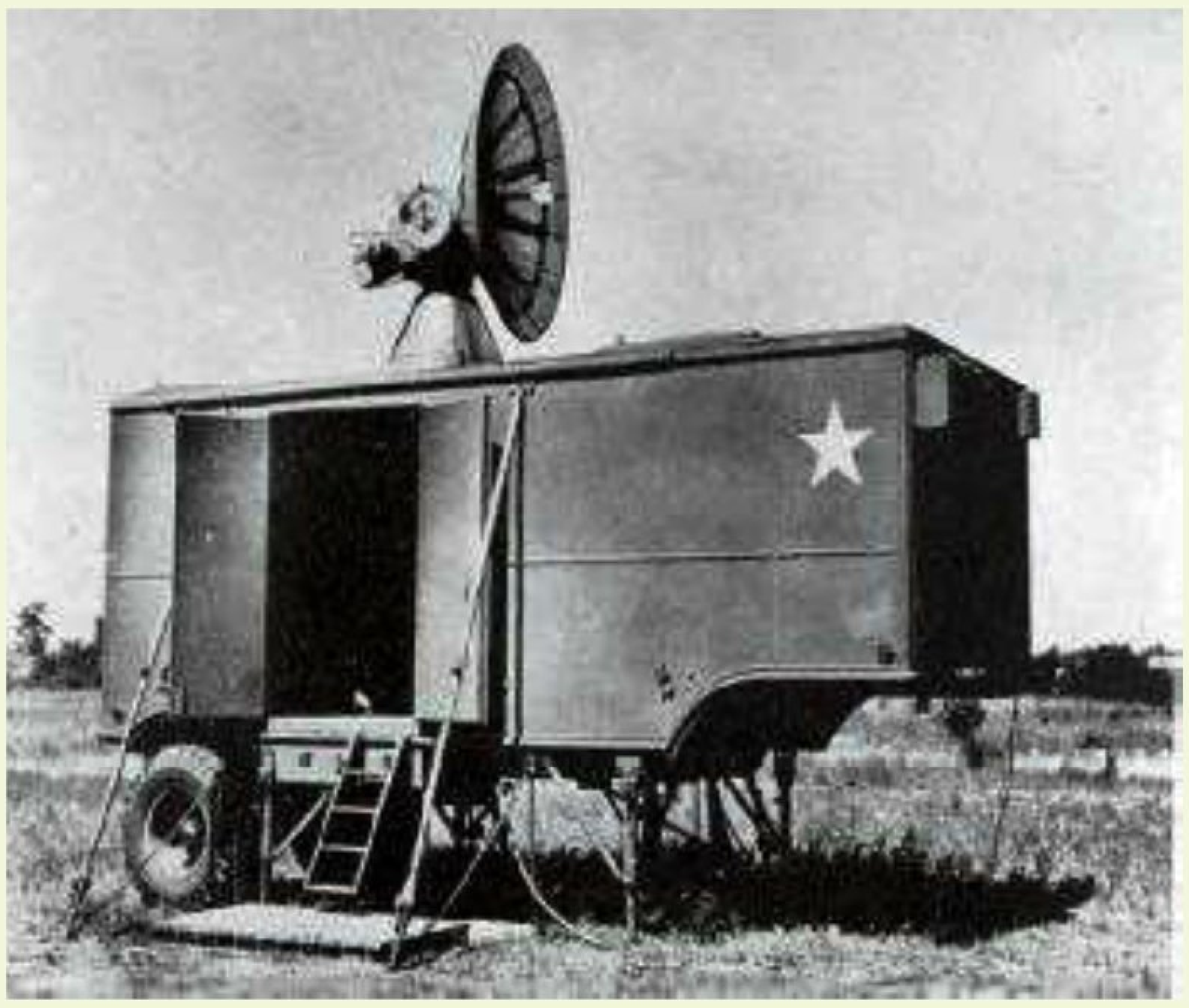
事实证明，苏联工程师们的“克隆”能力非常之强。德国开始进攻苏联时，整个苏联境内只有不到20部雷达，后期通过“租借法案”，苏联红军获得了200余部英制炮瞄雷达和25部美制SCR-268火控雷达。鉴于苏联冬季极度寒冷的气候，这批装备在交付前都进行了少许改装，比如改用在零下五十度时仍不会变质的润滑油等等。即便这样，美英的科技人员对这些娇气的宝贝们还是不放心，因为雷达整机只在零下二十度的环境下通过测试。当他们经过批准到苏军阵地查看这批设备时，发现雷达居然工作得挺正常，再仔细一看，原来红军战士在一些重要部位包裹了厚厚的毛毯，并用电炉子营造了一个温度在零下二十度上下的“温暖”小窝。

战前，苏联的雷达技术基础是非常薄弱的，而当时这方面技术水平最高的应属英国。通过“租借法案”获得的这批原装进口高级货可把苏联的科技人员乐坏了。你想想，这就好比一个一直开奥拓的主儿突然间有人给他一辆法拉利，那高兴劲就甭提了。1942年，苏联只用了2个月的时间便成功仿制了英国GL MK2炮瞄雷达，成为十月革命25周年的献礼工程。这种被命名为SON-2OT的雷达，在战争期间共生产了122部，并且和它的英国近亲共同编入了防空军部队。

SON-2OT的技术指标很一般，但至少可以为苏军提供有用的火控信息，在战时的紧急状况中尚能派上用场。二战结束后，苏军虽然接收了不少德国研制的“维尔茨堡”和“弗雷亚”雷达和技术人员，但是没有把任何一种德制雷达编入装备序列，只是偶尔开机测试。因为此时苏联已经把目标定得更高，迫切想要赶上英美等雷达技术强国的水平，所以根本不把德国雷达当回事。当时苏联对美军的SCR-584型炮瞄雷达甚是青睐。在它出现之前，击落一枚V-1导弹



▶ 英国的GL MK2雷达是一种收发天线分置的火控雷达，性能一般，但是能提供的火控信息比当时苏联任何一款自制雷达都要丰富和准确，所以它成为苏联最先仿制的对象。仿制工作仅用8周就宣告完成，在当时是一项非常了不起的成就



► 美军的SCR-584火控雷达是二战中一款非常成功的微波雷达，苏联通过“租借法案”获得的SCR-584被命名为SON-3



► 出于对SCR-584优异性能的认同，对它的仿制工作是苏联战后一项重要工程，仿制成功的雷达被命名为SON-4

要消耗弹药千余发，而使用SCR-584之后，这个数字锐减到50余发，足以证明其性能优越。在二战后期，苏联接收了几部SCR-584雷达，以其为蓝本仿制的SON-4炮瞄雷达在1947年大量生产并装备部队。

将“山寨”进行到底

除了炮瞄雷达，苏联防空军还需要的一种雷达就是远程警戒雷达。因为苏联幅员实在太辽阔，炮瞄雷达基本上也只能招呼个十几二十千米，而警戒雷达可以探测到百千米外的飞行器，所以苏联急需这种雷达来充实自己的防空网。他们习惯性地把目光投向了美国。但美国人也不傻。虽然表面上看去“租借法案”似乎一视同仁，但美国人给东西从来是看跟自己关系怎么样。关系铁的比如说英国，几乎要什么给什么，用四个字来形容就是“倾囊相助”。而到了苏联这边，给点卡车摩托车炸药油料铝合金特种钢啥的都还可以，但凡是最先进的、最有威力的、能对美国构成潜在威胁的武器，是打死也不给，用四个字形容就是“留了一手”。当时像警戒雷达这样战略层面上的武器，美国人是百分之二百的不给。

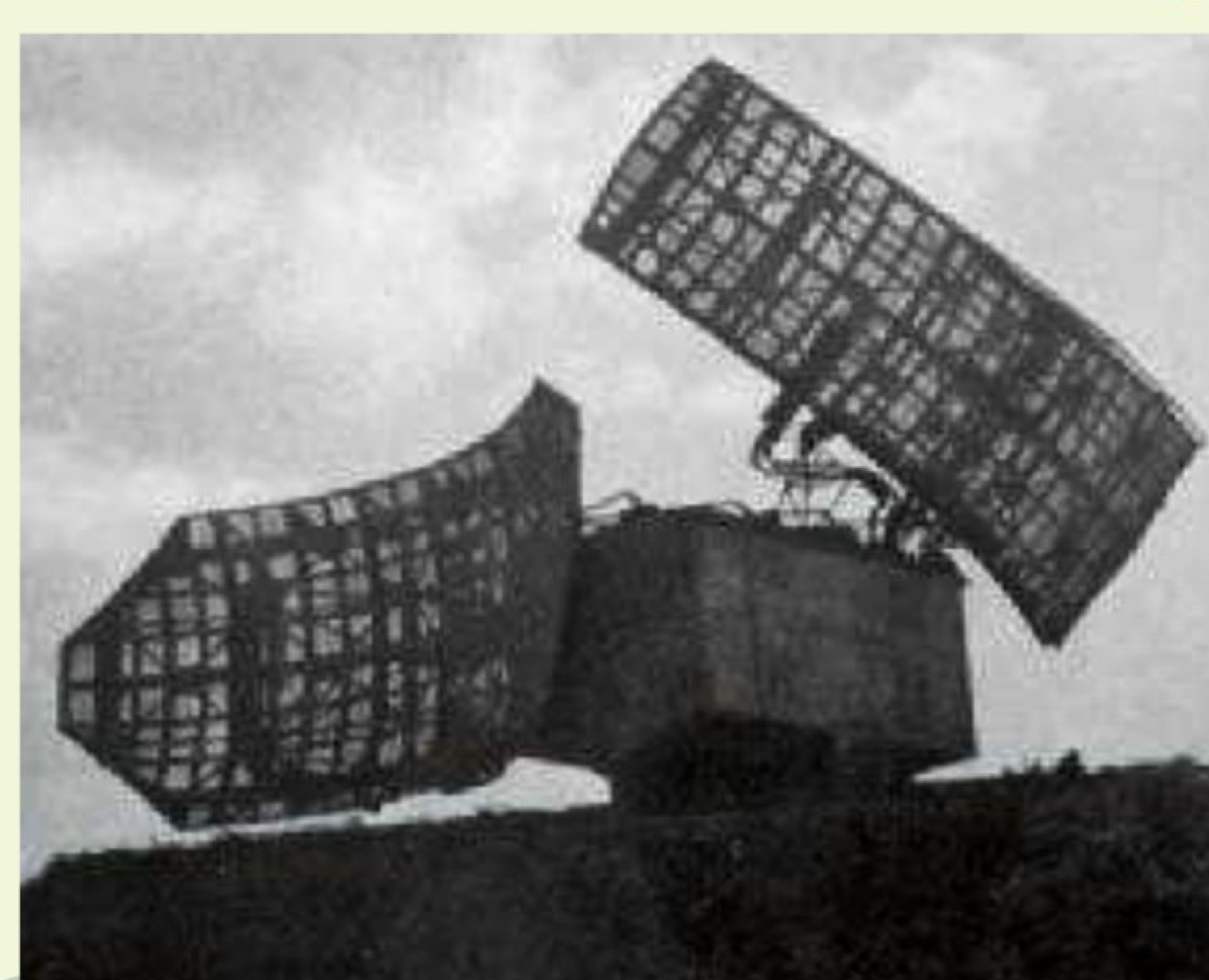
但是事实证明，苏联工程师的逆向设计能力绝对是世界一流。美国人不给没关系，B-29你都没给我，不是照样“克隆”出一个图-4么。可话说回来，这警戒雷达又不像飞机长着翅膀到处飞，压根就别指望它哪天出点什么毛病迫降到苏联了。怎么办？就在苏联工程师们眉头一皱却没计上心来的时候，美国麻省理工学院出版了一套雷达系列教科书，书中收录了美国新近研制成功的AN/CPS-6型远程警戒雷达的部分电路图，以及对其关键技术的详尽阐述。AN/CPS-6工作在2 700到3 019兆赫兹的微波频段，探测距离达到160千米，在当时是美国最先进的预警雷达之一，没想到被一本教材把关键技术全抖落了出来。知识改变命运，麻省理工学院的教材成了远在地球另一端的工程人员进步的阶梯。以这些资料为基础，苏联P-20型警戒截击雷达于1949年设计成功。

在二战刚刚结束时，美英估计苏联的电子工业水平至少比西方落后10年。但是苏联科技人员以其极高的工作效率和极强的逆向设计能力让这一差距迅速缩短。

二战后的五年，世界政治格局完成了重新洗牌。在这五年中，美国军队的电子对抗发展因为失去了对手而停滞不前，而苏联的防空雷达网却在日臻完善。然而，冷战的序幕已经拉开，美国对于铁幕对面的一切情况都想一窥究竟。欲知详情，请关注下期文章——《“乌鸦”飞进了“超级堡垒”》。

[编辑/何懿]





► 美军CPS-6雷达（左图）。虽然没有获得1部实物，但根据美国公开出版物上的资料，苏联成功“克隆”CPS-6的雷达技术制造出P-20雷达，该雷达的研制成功为日后苏联多款控制雷达的发展奠定了基础（右图）

一生丹心只许国

本刊记者/林儒生

[文章编码0318]

每当想起逝世时只有56岁的父亲李天佑上将，我们心里都非常难受，我们特别羡慕那些尽享天年的开国将帅的子女们。请您别误会，我们之所以这样想并不是企望从父辈的地位权势中得到多少福荫和利益，而是希望能得到他多一些对我们的教诲，而这些宝贵的精神财富，将会使我们受益终生，但是我们得到的太少了。

苦难童年

和绝大多数开国将帅差不多，父亲当年投身革命时并没有为共产主义奋斗终身的理想，而只是想能不受别人的白眼欺凌能吃上顿饱饭而已。父亲出生在广西桂林南部临桂县六塘圩小江高陂寨一个贫苦农民家庭里。高陂寨的李姓人家都是清初时从江西萍乡那边移民过来的，大概和朱德元帅在回忆他母亲时讲的“湘广填川”差不多吧。

父亲出生时已有两个姐姐，以后又有了两个弟弟，父亲居中，从小很聪明，所以在他5岁时，爷爷省吃俭用让他到私塾读了两年“之乎者也，子云诗曰”。在那时也算个小知识分子。上了两年学以后，家中实在太困难了，于是祖父让他辍学在家干活了。打柴烧炭、种地插秧、织席贩履，只要是能帮助家中艰难度日，父亲什么都干了。但天不佑穷人，我二姑失踪了，小叔死了。日子真是过不下去了，但好死不如歹活着，日子还得过啊。于是在父亲15岁那年上，爷爷送他去了一家米粉店当学徒。桂林米粉自古就是著名的地方小吃，但当学徒的日子却是很艰辛的。干不完的繁重劳动、掌柜的欺凌污辱，于是父亲在米粉店干了一年多就炒了老板的“鱿鱼”，不辞而别，投军到北伐名将李明瑞的部下。招兵时，人家问他为什么要当兵，他回答干脆：“家里太穷，当兵吃粮，谋个活路！”奶奶知道父亲当兵时只是反复念叨着“天佑，天佑，老天保佑！”

当父亲真的成为共和国上将时，爷爷奶奶早在兵荒马乱时就死了，这是父亲一生的铭心刻骨的遗憾。

立志投军

由于立志当兵出人头地，且经过长期艰苦生活的磨练，还认得几个字，所以父亲很快就在同来的“新兵蛋子”中崭露头角。入伍只有一年就被选中去广西教导总队学习了，当时他们新兵独立团一千多号人，只有父亲一人获此殊遇。父亲来到南宁以后，被分配到教导总队第八连。广西教导总队是由中国共产党建议李明瑞举办的培养初级军官的学校。在1927~1929年这段时间里，广西军政的一把手李明瑞（就是后来与张云逸、邓小平发动百色起义的那位将领）、俞作柏，愿意与我党合作，于是党派中央秘书长邓小平（化名邓斌）到广西工作。他举荐张云逸（开国大将）主办教导总队。张云逸1926年加入中国共产党，北伐时任国民革命军25师参谋长，很有威望。他入主教导队，利用有利条件，发展我党在总队的组织，每个学兵连连长都是中共党员。父亲在接受到正规教育的同时，思想上也有了进一步的升华，随着形势的不断发展，父亲参加了“南宁兵变”和“百色起义”，加入中国共产党，经过战斗洗礼，父亲成为刚成立的红七军的一个副连长。后升任红七军特务连连长，专门保卫张云逸军长及军部的安全。父亲作战勇敢，被称赞为“小老虎连长”，那年他才16岁。在攻克榕江的战争中，父亲率敢死队奋勇登城身负重伤。后来红七军撤离右江根据地，北上转战桂湘粤赣四省边界地区。1932年红七军进入湘赣苏区，参加第二次反围剿。7月进入以瑞金为中心的中央苏区，参加第三次反围剿作战。1932年2月，在攻打赣州的作战中父亲第4次负伤，也是伤得最重的一次，他率先登城后，右手和背部三处负伤，从高高的城头上摔了下来，昏死过去。战士们都以为他死了，但父亲大难不死，伤愈后归队，升任58团副团长，时年18岁。在瑞金红军学校毕业后，升为58团团长。在第四次反围剿黄陂草作战中，他指挥58团在运动中歼敌。对取得第四次反围剿作战歼敌3个师作出了决定性的贡献。当年夏天，红七军番号取消，父亲改任红三军团五师十三团团长。军团长彭德怀和政委滕代远都很器重父亲这个不到20岁能征惯战的主力团团长。



▶李天佑上将

在红3军团东征福建的作战中，父亲率领以“猴子军”（广西人善于爬山、奔跑速度快、人人都是铁脚板）著称的原红七军的主力部队。在朋口、南平、芹山歼灭国民党十九路军蔡廷锴部在淞沪抗战中成名的王牌部队，创下连续追敌180华里，楞把敌军追垮的战绩。芹山大捷后，从不轻易夸奖人的红三军团军团长彭德怀把只有19岁的父亲拉到自己的身旁，拍着父亲的肩膀说：“小鬼，别看你你年纪轻轻的，指挥打仗可真有本事！”

在决定中央苏区的五次反围剿作战中，父亲升任红三军团五师师长，那年他刚满20岁，在整个红军的师长中，他是最年轻的一个。他的师在高虎脑防御作战中，浴血拼杀，损失惨重，师政委陈阿金也牺牲了，但顽强地守住阵地，为中央机关撤离争取到宝贵的时间。

在湘江战役中，父亲他们师3 000余人，损失了2 000多。直到他生命垂危之时，和我们提起湘江之战时，他还是泪流满面。他从广西带出的红七军“江东子弟”差不多都殁于湘江之战。百战百胜将军是没有的，长征时，在贵州的刀靶水，因父亲正在“打摆子”（发疟疾），让一股土匪摸上门来，抢走了不少银元。

为国御敌

“西安事变”后，国共二次合作共御外侮，父亲的部队改编为国民革命军第



▶抗战时期的李天佑将军(前中)

八路军115师343旅686团，父亲任团长，杨勇任副团长。云阳誓师以后，115师在林彪、聂荣臻、罗荣桓的率领下开赴华北抗日前线，首战平型关。父亲指挥他的团队，主动抢占平型关战场的制高点老爷庙，居高临下，控制了战局发展，为平型关大战的完胜做出了重大贡献。

平型关大战之后，父亲又率部于10月中旬在广阳歼灭日军1 000多人，1938年2月，父亲被任命为343旅代旅长，在山西午城、井沟等地采取机动灵活的战略战术多次重创骄横的日军。不仅在老百姓心中树立了八路军英勇善战的威名，而且在友军(国民党部队)中也产生了极为良好的印象。1938年3月，第二战区司令长官卫立煌，率部作战抢渡汾河，而河上的桥梁却被日军飞机炸毁，他只好从八路军115师防地向东转进，而他的指挥部在白儿岭陷入危险。为了团结友军共同抗日，父亲亲自选定阵地，指挥686团2营5连连长王永禄带领全连利用有利地形构筑工事，抗击日军800多人在飞机大炮掩护下的多次进攻，经过3个多小时的激战，日军始终未能攻破我军阵地，只好带着百余具尸体撤退，而我5连仅伤亡20余人。当时卫立煌在团政委杨勇的陪同下，在阵地后方用望镜观战，他问：贵军有几个团与日军作战，杨政委回答“只有一个连!”卫立煌大为震惊和感动，连声赞叹：“八路军真能干，以一当十，以十当百!”作战结束后，卫立煌立即从他所率部队中调出十万发子弹给686团。后来在他经延安返回西安时，感念那次父亲他们相助脱险，又拨给八路军子弹100万发，手榴弹25万枚、牛肉罐头180箱。

异域疗疾

由于长期作战，多次负伤且治疗不及时彻底，父亲身体状况很差，不能再临阵指挥作战了，急需获得良好治疗，而延安当时医疗条件也很有限。八路军副总司令彭德怀得知这一情况以后，果断决定让父亲到苏联治病。这样在1938年底父亲和杨至成(开国上将)结伴借道新疆，经过半年多的时间，来到莫斯科的“共产国际红十字疗养所”治疗，当时父亲在那里受到良好的治疗，所以经过几个月的时间，他的病就痊愈了。年底进入“伏龙芝军事学院”特别班学习。父亲非常珍视这次极为难得的学习机会，如饥似渴地学习一切有关军事方面的知识，他克服自己在俄文语言方面的缺憾，努力攻克了一道道难关，在较短的时间里就能用俄文对话和阅读有关教材，并写下了几十本笔记。他对哲学、战略学、战役学、军事工程学等相关学科学得都很透彻，并根据自己在国内战争中指挥作战的体会，融荟贯通，成为自己具有中国特色的指挥作战理论。客观地讲父亲这次时间不长的学习，对他以后指挥作战和在广州军区和总参谋部的工作还是有很大益处的。

1941年6月21日，纳粹德国进攻苏联，红军仓促应战损失惨重，战火很快烧到苏联首都莫斯科，父亲他们居住的莫斯科旅馆对面的《消息报》大楼也被炸毁了。不能再呆下去了，父亲他们被一个叫切尔诺夫的上校护送来到外蒙首都乌兰巴托，并和国内的交通员取得联系，经过近一年的奔波才回到了延安。

1945年4月23日，父亲参加了党的第七届全国代表大会，亲耳聆听了毛泽东和其他领导人的重要讲话。会议期间，父亲报请中央，为他自己最崇敬的、红七军、红八军和百色起义的主要领导人，但后来在苏区被极左路线错杀的李明瑞将军平反昭雪，了却了父亲心中一件大事。

东北扬威

1945年8月24日，李天佑将军和林彪、肖劲光、邓华、刘伯承、陈赓、薄一波等全国各大战略区的高级将领，同乘一架美军驻延安联络组的C-46运输机。飞往太行山八路军总部，到达后略事休息，即赶往山东。但走到河南濮阳时，忽然收到中央发来的急电，命令林彪率领的一行人(其中有李天佑将军)不去山东了，迅速赶往东北，在以后的三年时间里，李天佑将军又在东北解放战争的舞台上，导演了一幕幕精彩“戏剧”。

到达东北以后，父亲被任命为北满军区参谋长(司令员为高岗，政委是陈云)，军分区司令部设在通河县。1946年4月28日拂晓5时，父亲指挥部队经过战斗，从国民党手中解放了东北第一大城市哈尔滨，并被任命为哈尔滨市卫戍司令员。当时国民党军日益逼近，形势极为严重，为了应付万一的情况，父亲他们奉命在松花江铁路桥下都安放了炸药，并且父亲还亲自到十六棚铁工厂，制造了一架专门扒铁路的机械。虽然大敌压境，山雨欲来，但父亲下定决心，坚决要守住这座重要城市，为了达到这一目的，他殚精竭虑，倾尽全力，从事剿匪，反特，安定社会等各种任务，为了消灭那些多如牛毛打着各种旗号的土匪，他曾经亲率剿匪部队到达夹皮沟一带。在短时间内就剿灭匪患，安定了社会，保住了哈尔滨，从而为东北我军的壮大发展提供了极为重要的指挥重地和后勤兵器、生产供应基地。北满根据地巩固以后，父亲率部队从1947年1月至3月中旬，冒着零下40度的严寒参加三下江南的作战，拉开了东北我军局部战略进攻的序幕。

会战辽沈

1947年4月，父亲被任命为东北民主联军第一纵队司令员。1947年6月1日，父亲和万毅政委率领东野一纵、七纵、六纵十七师总共七个师的兵力，加上五个炮兵营的四平攻击部队开始了东北战场我军第一次大规模攻坚战。四平守将是国民党名将陈明仁，此人是黄埔一期毕业生，骁勇善战，在抗日战争中的滇西会战曾重创日军。为了保住四平，他也竭尽全力做了充分的准备。

为了掌握最一线作战的情况，父亲下令把他的纵队指挥所修到离前沿阵地只有300米远的地方。从6月11日到29日，父亲指挥部队浴血奋战近20天，歼敌16 000多人，占领了四平市区大部分地方，活捉了陈明仁的胞弟陈明信。但由于战前侦察敌人至多有2万人，而现在发现竟有4万人之多，加之国民党4个军正迫近四平，在这种情况下，父亲奉总部之命撤出战斗。

当然在这次攻击四平的战斗中，我军损失也是很严重的，所以父亲非常重视战后总结，他说：“战斗总结，甚至比战斗更重要，要珍惜战士们的鲜血……”四平攻坚战中，部队创造的并肩突击法和连续爆破法这两条行之有效的战法在我军以后的攻坚作战中发挥了重要作用。

1948年1月，东北民主联军改称东



▶李天佑上将在军事演习中，查看战士们手中的武器

北人民解放军。3月13日，父亲和万毅政委指挥一、三、七纵和4个炮兵团，再次对四平发起进攻，结果只用了23个小时即拿下四平，全体攻击部队一片欢腾，报了上次攻击四平未果的一箭之仇。

在规模巨大的辽沈战役中，东野一纵被林彪司令员作为战役总预备队。东野首长之所以这样安排是经过深思熟虑的，斯大林在苏联卫国战争中曾经指出：“未来的战争是预备队的战争。”这也就是说预备队是决定战争胜负的最重要因素。而只有最精锐的主力部队才当此重任。当时辽沈战役的两大主要任务：坚守塔山，阻止敌人从海上登陆增援锦州；尽快攻克锦州，完成封闭东北之敌于关外，形成关门打狗之势。当时父亲他们的一纵，这个东野头等主力纵队布置在塔山和锦州之间的高桥，随时准备出动、增援其中任何一个战役方向。在塔山阻击战激战正酣时，父亲亲自给坚守塔山的四纵司令员吴克华打电话：“我们奉命作你们的预备队，已到高桥待命，我代表一纵全体指战员向连日奋战四纵同志致敬，如果需要，我们随时可以支援上去！”吴司令员激动地说：“四纵全体指战员向所向无敌的一纵老大哥致敬，我们有老大哥作后盾，更是信心百倍……”

锦州被攻克之后，父亲他们一纵迅速投入辽西会战和黑山阻击战聚歼廖耀湘兵团，攻克沈阳，英勇的一纵为东北的解放立下汗马功劳。

辽沈战役刚结束，父亲他们的一纵征鞍未解，就挥师入关，参加平津战役。1949年初，中央军委发布全军整编命令：父亲他们东野一纵正式编为中国人民解放军第38军。

攻克天津战役，父亲统一指挥38、39两个军从天津城两方向向东攻击，邓华指挥44、45军从东向西攻击前进，双方在金汤桥上会合，经过29小时的激战，天津守敌13万人全部被歼，38军毙伤俘敌26 413名，并最先攻到金汤桥，活捉陈长捷、林伟俦等天津守敌所有的高级将领。

华南铸盾

全国解放以后，父亲奉命回广西任军区副司令员（司令员为张云逸大将）。当时广西匪患极为严重，几次清剿未见显效，反有越剿越多之势。毛主席曾发电指出“广西剿匪是全国最差的！”在严酷的形势下，父亲果断决定采用严厉打击首恶，收缴民间枪支和重点打击等剿匪方针和策略，干净迅速地扑灭了几个世纪根深蒂固的匪患，共消灭教育改造土匪达51万人之多。由于广西剿匪取得了决定性胜利，父亲被任命为广西军区司令员。

1955年9月27日，父亲被授予上将军衔，时年才41岁，是最年轻的上将之一。在广州军区副司令员，副总参谋长等重要工作岗位上，他全心全意竭尽全力完成好各项工作。在广州军区副司令的岗位上，父亲顶住当时极左思潮的影响，理直气壮身体力行抓战备和训练。在他得知南越当局要用武力夺占我西沙群岛中的金银岛的情报之后坚决表示：“要坚决保卫祖国的领土主权！”同时他马上将情况和军区的部署上报中央军委，迅速派出陆海军部队和武装民兵进驻金银岛，彻底打碎了南越当局的美梦。这是建国以后我军第一次以武力捍卫中国领土主权的作战行动，具有重大深远的战略意义。

“文革”中为了保护一大批老干部和技术专家和军事院校的教授，他不畏权势，挺身而出，造反派甚至把“打倒消防队长李天佑”的大标语贴上了天安门城楼下，毛泽东知道后，问父亲过关了没有？并对父亲诙谐地说：“天佑、天佑、天保佑！”

由于早在建国之初，父亲就患上了严重的肾病，一直没有得到很好的治疗，再上长期超负荷的工作和限于当时的医疗条件所限（那时连透析这一治疗肾病最普通的技术还没有过关），1970年9月27日18时35分，敬爱的父亲就永远地离开了我们。

父亲给予我们的教益太少了，那时他一年到头似乎总是在忙工作，很少顾及我们。偶然有机会聊上几句，他也总是讲你们千万不要特殊化。

父亲是个非常讲原则的人，1964年在他任副总参谋长时，有一次在丹东地区举行军事演习，当时38军的一个侦察分队也参加了。有人提议我父亲作为这支王牌军的首任军长是否应该回老部队看一下，父亲坚决地说：“这与工作无关我不去！”

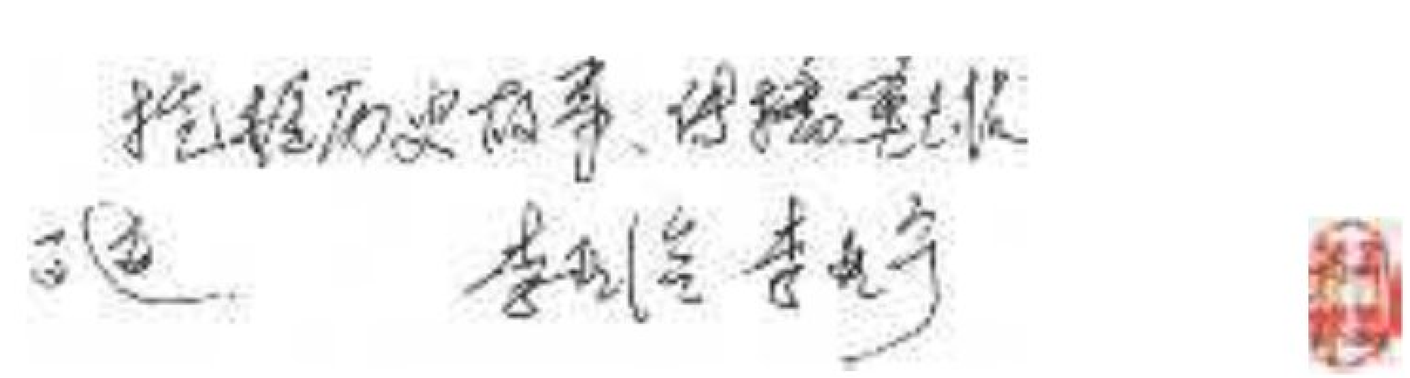
父亲任广州军区副司令员时，有一段时间广州军区司令员黄永胜暂离本位，因此军委任命父亲为广州军区代司令员。但有的同志在文件和当面叫父亲时，把代字去掉，对此父亲指出：“军委任命我为代司令员，你们怎么可以乱改乱叫呢？要不叫我李天佑同志，要不叫我李代司令员！今后一律不许乱来！”在父亲的严格要求下，再也没有发生这样的事。

[本文是在李天佑上将之子，李亚滨和李亚宁的讲述基础上整理而成的。

洪学智上将之女洪彦女士为本文的采访提供了很大帮助，在此致谢。]



▶李天佑上将之子李亚滨、李亚宁



OralHistory [口述历史]

聆听历史当事人为您讲述历史

岩崖依旧西沙情

[文章编码03191]

河北省吴桥县，世界闻名的"杂技之乡"，日前本刊记者前往，不过不是去看杂技，而是拜访了一位极可尊敬的海军老兵——张俊殿艇长。



讲述者/海军南海舰队猎潜艇第七十三大队667艇原艇长 张俊殿

文字整理/本刊记者 林儒生

1

我是1961年7月高中毕业后，"经保送和个人自愿"入伍进海军通信学校的，从此开始，在部队拼搏了20年，1981以正营职从部队转业到吴桥县。回首往事，最难忘怀的就是在南海舰队73大队的岁月。

1967年我从海军通信学校四年制雷达声呐指挥六期毕业后，被分配到南海舰队榆林基地猎潜艇第73大队株洲艇(舷号276)，任观察通信部门长。当时，73大队是六艘清一色的04型猎潜艇。

根据1953年中苏双方签订的"六·四"协定，苏方有偿向我提供了6型海军舰艇的制造技术，代号都是66打头，其中6604为猎潜艇，简称04艇。该艇全部采用苏联零部件。73大队的这六艘是在苏联专家的指导下，在广州黄埔船厂建造的。之所以这样做，是因为如果在北方建造，建成后过台湾海峡南下有困难，因为那时的台湾海峡被国民党军严密封锁。

04艇满载排水量320吨，三部主机，三轴推进。最高航速18节，最低8节，12节时续航力3 000海里，自持能力7天。前甲板一座85毫米主炮，主炮前左右各有一座火箭式深水炸弹发射器，后甲板纵列两座单管37毫米副炮，艇尾两座深水炸弹投放架，指挥台前和指挥台后烟囱两边各有一座双联12.7毫米高射机枪，221雷达、塔米尔11型声呐各一部。低干舷的修长船型、舯部单柱式的桅杆及低矮的蘑菇帽形的上层建筑，是它的识别特征。编制60人，实际上经常超员10多人。就一艘300吨的专业猎潜艇来说，对空对海火力还是不弱的。

该艇属于苏联"喀朗施塔德"级港口猎潜艇，不适于出远海作战。但由于当时南海舰队的实力最弱(当时北海舰队拥有号称四大金刚、以每艘17吨黄金从苏联购来的四艘"自豪"级火炮鱼雷驱逐舰，担负拱卫京师及东北重工业区的重任。东海舰队主力为4艘来件组装的苏联"里加"级护卫舰，性能在当时也属上乘，主要对付国民党海军。而南海舰队只有一艘"南宁"号护卫舰，该舰原为日本"海防7号"舰，排水量才一千多吨，二战后期，在南海被美军潜艇炸掉了半拉"脑袋"(舰首)，日军用水泥堵漏后，拖到黄埔岛，解放后经修补，成了南海舰队的旗舰)。所以1956年这6艘04型猎潜艇组成的73大队一成军，就成了南海舰队的"宝贝"，也就是海上主要作战兵力，在近20年的时间里，它遂行或承担了南海舰队本应由驱逐舰、护卫舰担当的大部分作战、巡逻、护渔、护航等任务。六艘艇中四艘立有战功，其中有三十多人走上师以上领导岗位，孔照年、刘喜中、胡凯、王克强、陈伟文、栾开军等八人曾任军以上领导职务。周恩来总理、朱德元帅、罗瑞卿大将等党和国家、军队领导人，都曾到榆林视察过这个部队。



▶敬爱的周总理(前一)视察榆林基地

2

这六艘艇的命名分别是："苏州号"、"锦州号"、"株洲号"、"扬州号"、"赣州号"、"泸州号"。73大队1956年3月组建，初期驻泊在湛江麻斜港，1959年3月6日进驻榆林港。1968年6月17日进驻亚龙湾。那时南海的敌情一点也不轻松，不仅要应对来自台、港、澳的国民党匪特的骚扰破坏活动，在美机侵犯我领空的战争挑衅活动几乎天天都有，海南岛、雷州半岛及广西边境和沿海更是美机经常光顾的地方，有时一天要跑好几次警报。舰艇即使在港内靠码头也要保持三级战斗准备，人员不能远离。73大队在航的三四艘艇经常分散在大洲岛、亚龙湾和榆林三地战备待机。"敌机来了打飞机，掉到海里捞飞机"成了我们的日常工作。因为这是保留证据，揭露美国侵略罪行的主要手段。1968年2月14日(正月十六)下午六点来钟，我们在亚龙湾一号码头正准备开晚饭，大队王崇云政委正在码头接电话，拿着电话筒朝我们喊："先别开饭，有任务，马上走。"紧跟着，他放下电话大声宣布："基地通报，陵水机场海军航空兵在万宁县上空击落击伤美机各一架，美机飞行员跳伞，掉在大洲岛附近。要我大队去大洲岛海域搜索美国飞行员。"一听说打下了美国飞机，大家都很兴奋，赶快把饭菜搬回船上，立即离码头，一出港就遇上了顶头大浪，饭

是吃不成了。4个小时后到达指定海区，三艘艇在寒风中搜了一天两夜，什么也没搜着，后来又运民兵上岛搜山仍未果。其实，美军飞行员跳伞发出求救信号，他们的无线电测向定位系统即测出了其降落的位置，美救援飞机早在我们到达前将飞行员救走。可是272艇在大放鸡岛附近那一次就比我们幸运多了，那次不仅捞到了飞机残骸，还捞起了美军飞行员的遗体和他写给妻子的信，信上让她按什么尺寸、做什么样的服装写得一清二楚。实事求是地说，对入侵的飞机能打的少，不能打的占多数。我们说它入侵，必须保证打下来后飞机残骸或飞行员落在我们手里，无把握就不能打。我们巡逻西沙时，常常是一进入公海航行美国飞机就来了，贴着巡逻编队桅杆尖盘旋照相挑衅，我们只能跟踪瞄准哑射，只要他不攻击我舰，就不能装弹射击。因其它原因打不成或无战果的情况也是常有的。1967年春节备战期间，有一天271、272两艇正在亚龙湾，岸上突然响起了高射炮声，只见一架美军飞机从东面越过山头进入港内，大家立即扔下饭碗冲上炮位射击，狡猾的敌机很快降低高度贴着海面向西南口飞去，我们的炮几乎打到船舷的栏杆，还是没打上。1968年夏天，一个星期天的黎明时分，突然一架美军飞机利用雷达盲区，躲过我军的观察哨，超低空进入机场，压着跑道呼啸通场掠过，我军战斗机无法起飞应战，机场周围山上山下的高射炮也都不能射击，因为太低了，怕误伤了自己，只有在机场巡逻的一名哨兵打了一梭子冲锋枪子弹，眼睁睁地看着敌机飞走了。

1971年我国潜艇才进驻南海。而在此前后，渔民报告海南岛周围发现不明潜艇的迹象多起来了。为判明情况，消除隐患，73大队多次出海搜索未果。1971年秋冬之交，又有渔民报告在琼州海峡东口七洲洋一带发现不明国籍的潜艇，我所在的“株洲号”等两艘猎潜艇和十大队的两艘扫雷舰奉命前去搜索。四条舰艇在大风浪里轮流干了十几天，只听到一次可疑回音，但很快消失了，记录器也没有显示，再搜只有大海的噪声，其它再也没有了，只好作罢收兵。其实，在茫茫的大海里找藏在水下的潜水艇本不是容易事，再加上我们当时装备的“塔米尔-II”型声呐换能器不过0.09平方米，作用距离近，探测范围小，风平浪静时也不过千米左右，在大风浪里几百米都很难说，更不要说从渔民发现——上岸报告 调动舰艇到海区，这一两天里，潜艇是否还在那里等着都是个问号。所以我国海军诞生以来，水面舰艇用声呐发现外国潜艇入侵的事很少。前几年，有人看中了这个冷门，编了个某年某月某日榆林基地两艘037型猎潜艇在七洲洋用声呐探测到一艘美国弹道导弹核潜艇，并跟踪迫使其浮出水面的所谓“内幕消息”，并把美国防部长、总统拉上凑热闹，在各种媒体上风传。但明眼人一看就知是假的。首先，那时榆林基地还没有037型艇。其次，潜艇在水下潜伏，只要他不伸出潜望镜，是很难发现的。而水面舰艇从潜艇潜伏区通过前，没等你发现它，它早就听到你来了，他有充分的时间准备攻击、离开或继续潜伏不动。当发觉被跟踪探测时，它有很多办法脱离接触，绝不会轻易浮上水面。就七洲洋以东来说，水深面广，凭核潜艇水下的速度在这样开阔的大海里，要想避开水面舰艇也是不难的。再说一艘弹道导弹核潜艇跑到这里来有什么意义？话说回来，但凡编故事总是有点影子的。这里的“影子”发生在1971年春天，那天上午我们正在亚龙湾大队部“批陈整风”，突然接到基地通知，在榆林东南方领海线附近发现不明国籍的潜艇，令我大队立即派两条艇前往查明情况。王克强大队长当即决定亲率271、274前往，大队指挥所在274。我听到后追着跑到码头，把276艇两个声呐兵送上了274。因为以前南海舰队没有自己的潜水艇，声呐兵日常训练，只能听唱片或录音。别说外国的潜艇，就是中国的潜艇也没接触过。很难体会到与真正的敌方潜水艇接触时噪音或回音的的声调。我叫声呐兵随274出海，就是叫他们“真刀实枪”地体验一下，为以后反潜积累点经验。结果，在观通站引导下两条艇出了领海线，果然发现一艘美军潜艇，不过不是在水下，而是在水上朝东南航行。连美军水兵穿着短裤在舱面活动用肉眼都看得很清楚，根本不用开声呐。两艇绕着它转了两三圈，画了几张图（艇上没有照相机），然后报告基地后就奉命返航了。据说，当时两艇可能冲得太近了，美潜艇认为受到攻击，便招来了自己航母上的飞机，美机把10大队在临近海区配合“海调”701、702的两艘扫雷舰当成“肇事者”，摆出攻击的架势，在上空盘旋了好大一会儿才离去。那条“内幕消息”就是这样来的吧？


▶在西沙海战中荣立一等功的04型猎潜艇

73大队与西沙群岛是密不可分的。大队1956年3月组建，南越也从这时开始侵占西沙岛屿。1959年2月22日南越海军炮艇侵入西沙，劫走我渔船渔民；3月6日73大队即奉命由湛江麻斜港进驻海南岛榆林港，3月17日即派泸州艇（153号）与南宁号护卫舰（172）编队实施了新中国海军首次西沙巡逻，从此开始直到1974年1月16日第77次巡逻西沙群岛，几乎每次都有73大队的艇参加。由于第77次巡逻中发生了震惊中外的“1·19”海战，1月20日我国成功收复了被南越占据的岛屿，从此之后73大队又成了长期在西沙值班站岗的部队。巡逻西沙到此画上了句号，但是战友们十五年中战风斗浪驱敌卫疆的业绩又怎能忘记呢？西沙海战中，274艇与兄弟部队一起，在一对一的情况下，打垮了吨位五倍于己、装备精良的南越美式大舰。

战前越军指挥官何文锷上校本来以为就靠他们两门全自动操作、雷达瞄准的76毫米大炮，就可以很轻松地毁灭271、274艇，最后消灭岛上民兵。他狂言：“每条舰都对应一艘中国军舰，四艘舰同时开火，以突然袭击迅速瘫痪所有中国军舰。”可他没有想到，我们的指战员竟然用海上拚刺刀的精神追上跟前迫近打，把他的大舰打垮了。在远离海岸、无岛礁支援依托的情况下，几条小舰艇靠几门人工瞄准的炮，能击沉一艘、重伤三艘有雷达瞄准的大舰，这是一个奇迹。创造这样的奇迹有多方面的原因，其中很重要的一条，就是海指对战区敌我态势掌握得准，不失时机地作出部署，敌变我变，掌握主动。靠什么？海上指挥所魏鸣森副司令说“就靠271陈岚峰

（271的雷达班长）那一部雷达掌握战区情况，情况明决心才好下。”1月19日西沙的日出时间应是7点一刻左右，5点50分天还黑着呢，当在20千米外的敌人舰队一动，陈岚峰就发现了，立即报告：“金银岛南，敌大型舰两艘，距离125链，航向090，航速12节；广金岛西北大小舰各一艘，距离43链，向我运动。”指挥所马上拉响了战斗警报，各艇立即做好了战斗准备，并叫醒了熟睡中的扫雷舰官兵。当敌舰队载着登岛人员到达琛航岛附近时，敌指挥官“惊讶地发现”271、274已在前面等着了。再就是战术运用正确，在近战中，先打什么，后打什么很重要。我曾问过274艇长李福祥，“面对4号、5号两条舰，你们是怎样分配目标的？”他很干脆地说：“先打4号。因为4号有炮瞄雷达的全自动76炮，对我们威胁最大，我们必须先敲掉它。”“然后就是5号的127炮，它虽然射速慢点，也是带炮瞄雷达的，一样能把我们毁了。”李福祥1964年在任272艇枪炮部门长时，曾指挥85炮击沉国民党特务船“大金”1号，深知大炮的威力。而271副长刘恩普、副政委王振起也是枪炮长出身，他们在与敌人对峙、摸清敌人装备情况的同时，制定了“贴近打，先拔牙，后开膛”的战术。靠自己的积极主动扭转了全局的劣势和被动局面，取得了全胜。

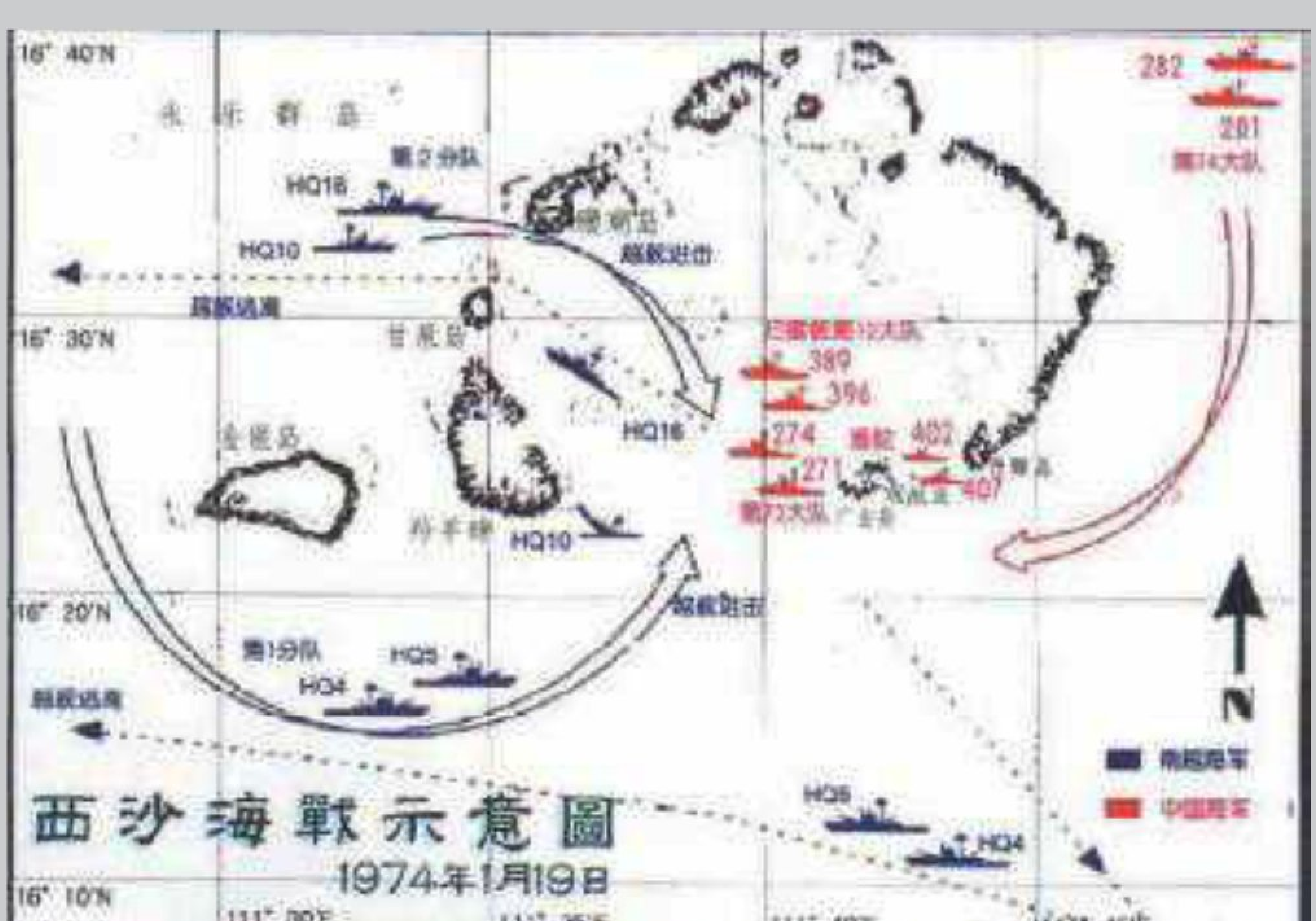
海战之后我军乘胜追击，把敌人完全逐出了西沙群岛。对其中出现的问题，也引起了中央高度重视。毛主席在战后与海军政委苏振华上将谈话时深有感触地说：“海军要搞好，要使敌人怕，我们海军只有这样大。”毛主席说到这儿向苏振华伸出了小拇指。

现在各种媒体上对西沙海战有很多议论。有的问：是不是筹划已久的收复领土的作战，我认为是也不是。说到是因为早在1972年初就决定在永兴岛建码头和机场，调猎潜艇大队进驻，把永兴岛建成西沙防务的重要基地，同时派遣渔民民兵挤走珊瑚岛越军。可见筹划已久，而且一战收复了被占岛屿，实现了预期目标，能说不是吗？说不是呢，作战的时机不是按我们的计划发起的，组织准备上也就显得匆忙被动，打了个遭遇战。表现在：一是开战前永兴岛虽有了码头，但飞机场还没开工，码头设施也不全，既不能供应油水，也不能补充弹药食品，称不上“基地”。当时在西沙我军连一个成建制的统辖机关都没有，驻军更谈不上，一切通信联系还都要通过中共西沙委员会的电台进行。二是战前既没进行战备动员，也没有战备检查，参战舰艇是临时从互无隶属关系的广州、榆林两个基地三个地方凑起来的，出发前没见面，给它们的任务分别是“第77次例行西沙巡逻”、“送水协助巡逻”等，没有明确准备打仗的意思。南海舰队四艘火力强大的65型护卫舰，因机械设备故障没排除，连一艘也出不去。如果早有准备，至少可以抢修出一艘，充当指挥舰吧？也不至于叫海上指挥员挤到猎潜艇狭窄的舵房里去呀。再说如预有准备，参战舰艇应控制人员外出休假。可据我所知，参战舰艇都有休假未归人员，包括主管作战人员，这像有准备的样吗？还有一点，当时我军舰艇上的火炮大部分都发射的高爆弹，而这种弹只适用于杀伤甲板上目标，而能有效击穿军舰吃水线以下侧舷的穿甲弹则准备得很少，所以越军军舰虽然伤痕累累，但只被击沉一艘，如果是预有准备会多带穿甲弹，那越军的4艘船会被都打沉的。用渔民民兵挤走珊瑚岛越军的想法不错，可实际情况是怎样的呢？美军撤出越南时将四五十艘军舰交给了越军，包括九艘驱逐舰、九艘巡逻舰、七艘远洋扫雷舰、十一艘登陆舰、七艘登陆火力支援舰，其海军远离海岸的作战能力大大超过了南海舰队，特别是1973年他们在南沙抢占岛屿得手后，气焰更加嚣张。他们根本没有把我们派去巡逻的舰艇和岛上民兵看在眼里。南越指挥官说“可以很轻松地消灭”我们这些舰艇和民兵。你想挤走他，他还想消灭你呢。

最大的问题是上级指挥机关含糊其辞、模棱两可的电报。谁都知道先下手为强，后下手遭殃。海上打仗更是这样。敌最怕的是他登岛时遭我打击，因他登岛的人员上下军舰时，军舰是不能机动的，成了死靶子，最便于我方瞄准射击。可就因这个电报含糊其辞的双重标准，让海上指挥员眼睁睁地放过了最佳的开火时机，把主动权还给了对方。不然我方的战果会更大，损失更小。

3

1979年2月17日凌晨，我数十万大军从广西、云南两个方向发起了对越自卫还击作战。与此同时，为了策应掩护地面部队的反击作战，南海舰队组织了一支由161导弹驱逐舰为旗舰，包括导弹护卫舰和65型护卫舰组成的混合舰队，以开战日期命名为“2·17编队”，由榆林基地司令员聂奎聚、副司令员王克强指挥，在北部湾南北机动；另有几艘高速炮艇、鱼雷艇、导弹艇在永兴岛待机，在此之前的2月15日，奉中央军委的命令，还组建了由037型猎潜艇664、665、666和667共4艘艇驻西沙的机关，重点防御越军可能的对我西沙的偷袭。中建岛还派驻了陆军，舰载导弹已加注燃料，可以随时发射。与五年前的西沙之战相比，真正做到了动静结合，严阵以待。这样就在海上对敌形成了强大的威慑。所以，从2月17日开战到3月25日我国政府宣布撤军结束，这一个多月的时间里从北部湾到西沙群岛海域真正是“风平浪静”，也就是说越南海军根本没敢动弹。3月26日后，“2.17编队”解散了，西沙也解除战备，各种战艇陆续撤回原驻地，73大队继续在西沙日常值班。谁知



▼西沙海战示意图

就在这个当口出了敌情，当时我是667艇艇长。4月10日上午九点左右，我们正在永兴岛码头例行检修，忽然，副大队长李义峰来到码头找我，让我们艇马上恢复出航状态，因为越南特务到中建岛了，基地叫我们与665立即去。等王锡纯副司令员带来越语翻译后，就起航，不大工夫，王副司令员到了。”我一边招呼部队停止检修，恢复机器设备，一边拉响本艇警报，召回离艇人员。好在667艇还没大拆，很快就恢复了，人员到齐，主机启动，马上各就各位，解缆、离码头冲出港去。转入正常航行后，除值班人员外，全体集合，由政委廖贵达进行战备动员。10点左右接基地电报，侵犯中建岛的三条越特工船已被我俘获，要我艇到达后将24名俘虏押回榆林。王副司令对我说“咱们把俘虏放在后甲板，派人拿枪看住，行吧？”我不加思索地说：“可不行，后甲板又是炮又是深水炸弹，周围没有遮拦，要是敌人来了或俘虏闹事，都不好应付，跳到海里一个，我们也不好交代。叫我看，把他们当官的放在会议室，派两个战士在门口看着。其他的人放进前住舱，也是两个战士，拿枪守住舱口就行了。”王副司令说“好，就这么办！可给他们弄点什么吃呢？”我笑着说：“给点水喝就行了，吃多了啰嗦事也多。”王副司令同意了。政委和徐瑞斌副艇长马上去安排准备舱室了。11点多到达晋卿以南，665以全速（037全速28节，最高速度30.5节）从晋卿门冲出跟上。13点半左右，两艇到达中建岛锚地。

中建岛是西沙群岛西南方的一座孤岛，距永兴岛七八十海里，是西沙离越南岘港最近的岛屿。1975年时还是一片白沙滩，我军派到岛上的人员，搭的帐篷一会儿就被海风刮倒了，因为松散的珊瑚沙根本吃不住扎帐篷的钢钎。好在越战期间，一艘美国的万吨轮搁浅在中建岛礁盘，为登岛人员提供了不错的居住生活环境。1975年后，我们从大陆运去成千吨的建材和预制件，1979年边界开战时，在岛上已建成了一座十几米高的综合楼，即是灯塔，又是对海对空雷达站。可以停泊小型补给船艇的码头已完工，正在开挖港池和航道，准备下期工程。所以越南人千方百计想破坏它。

等我们俩艇赶到中建岛锚地，越南特工24人已被我陆军看押在“红旗”号货轮的甲板上了，三只越军的小特工船也拴在“红旗”号的船舷边。我们到达之后，随同王副司令前来的越语翻译立即对俘虏进行审问，有关人员向王副司令报告战斗经过和有关情况。原来越军前些日子迫于我“2·17编队”等海上力量的压力，没敢行动。我宣布撤军完毕已经半月后，他们以为我们岛上松懈了，便派出特战队带着炸药、60火箭筒等直奔中建岛来，目标是炸掉大楼。没想到，我在‘红旗’号帮助工作的信号兵警惕性非常高，在指挥台上远远看到这几条小船一路纵队快速开来，就知来者不善，立即报告岛上，负责人陈伟文即派一艘登陆艇带陆军出港查看。谁知，登陆艇一出港，小船就掉头分三个方向逃跑，越军船小跑得快，随艇陆军用冲锋枪冲着为首的小船左右各打了一个点射，小船不跑了，其他两艘也不跑了。登陆艇和一艘正在港外的驳船靠上去，把他们一一抓回来。等把24个人都绑起来后，登船一看吓了一大跳，船上有冲锋枪、炸药包，还有已装弹药的火箭筒，如果我们拖带过程中，他们开火，可就都完了。难怪那些俘虏抱怨说，“我们如果靠拢时炸你们（船艇），就都完了。我们没炸，你们还把我们绑这样紧。”咳！谁叫你们与我们为敌呢？清点交接完缴获的武器，按预定计划安排好俘虏，已是下午四五点钟了，我们即起锚朝榆林急行，665艇带着缴获越军的枪支、火箭筒、炸药包和电台等侵略我国的证据，也和我们一同驶回。到达三亚外港后，前来接应的我军将俘虏眼睛蒙上黑布押到另一条船上，我们才进港休息。

4

海上生活是艰苦的，尤其是像我们这样只有几百吨的作战舰艇，各种辅助生活设施很简陋。出海每人每天洗脸刷牙淡水两茶缸，官兵一致，海军张学思参谋长随同巡逻西沙也是这样，其它基地、水警区、大队等领导干部也不例外，绝无特殊照顾。南海是热带地区，灼热的阳光下，人总是汗淋淋的，汗干了就一身盐，粘糊糊的特别难受，出海航行起来风浪小的天气，人可在舱面活动，有风吹着还好受点，风浪一大，舱面站不住人，舱里密不透风，晕船呕吐，没一点好气味。又不能洗澡清洁。一个航次下来，不管人身上还是舱室里外，那味道就别提了。所以回到基地，靠上码头，第一件事就是全舰里外大清洁，然后就是个人清洁。我刚到艇上时，水兵灶每天1.2元，西沙海战后涨到1.65元，按当时物价还算可以，一般是三菜一汤。但就我本人的感觉来讲在三大舰队中，南海舰队的伙食是最差的，榆林基地又是南海舰队最差的。

5

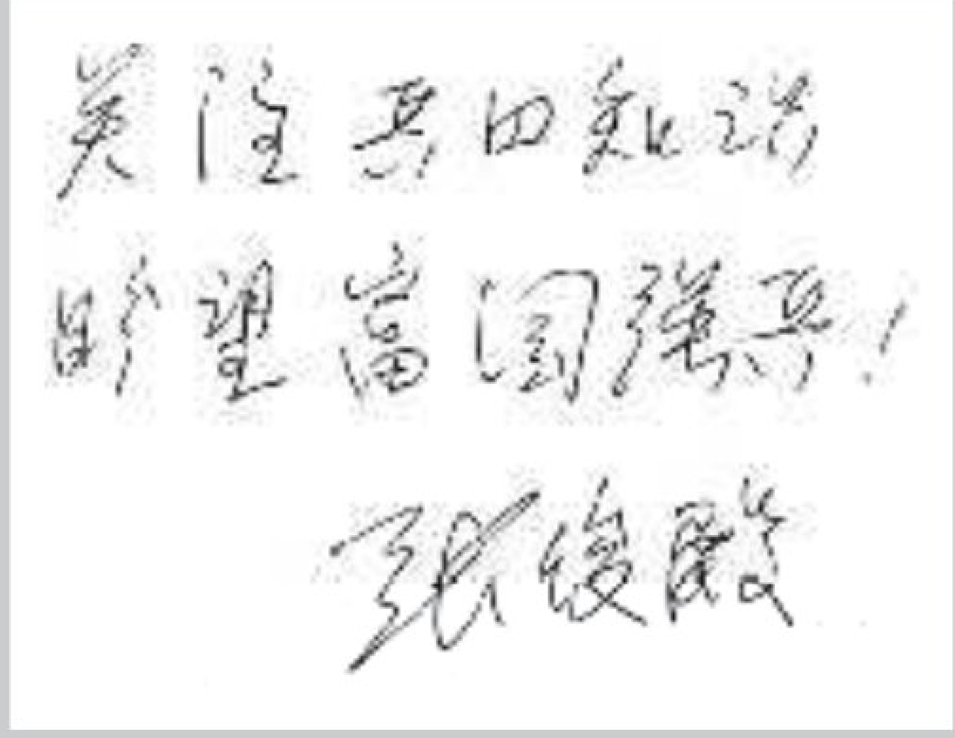
刚才你问我，当兵二十年最大的感受是什么，我说就是那种战友间、上下级之间同甘苦共患难的情谊，那里面决没有金钱物质的成分。我们73大队的官兵，无论是从四野下海的第一代南海水兵，还是陆续入伍的一代又一代与共和国共同成长的新人，大家在艰难的条件下赤诚相待，团结一致战风斗浪，在生死关头忠实履行着党和人民赋予的捍卫祖国海疆和海洋权益的神圣使命。体现着自己的价值观、人生观和战友之间的友谊之情。我今年已经七旬，但每当想起那些在南海的岁月和战友，还是辗转反侧夜不成眠。

讲到这里张老声音有些哽咽，听个歌吧，他起身打开了老旧的双卡录音机，顿时一首生活在上世纪七十年代的人都非常熟悉的女高音独唱歌曲回荡在简朴的客厅里…西沙…西沙…祖国的宝岛，我可爱的故乡……

[中国市长书法协会秘书长张仲强先生为此次采访提供了很大帮助，在此致谢！]



▶张老在西沙永兴岛的留影



编读问答



居住在美国圣弗兰西斯科(旧金山)的黄老先生在给本刊的来信中提出了我国何时登月及人民解放军为什么能战胜国民党军等几个问题，限于篇幅和版面，不能太详细作答，只能概略回答一下，望黄老先生见谅。

首先我们由衷地感谢黄老对我们杂志的信任和支持，并祝他龙年里万事如意！

美国于1969年就完成了人类首次登月的壮举，而我国这方面则落后了许多。究其原因很多，但主要是两条，一是经费，登月是一项耗资巨大的工程，没有倾国之力是完不成的。而我国人口众多底子薄，要一下子拿出成千上万亿的钱来完成这个任务，无论是过去还是将来都有相当难度，只能不断积蓄国力才行。二是技术问题，登月是集高科技于一体庞大的系统工程。有许多技术关键节点向外国买是不可能的，必须自力更生才行。而攻克这些技术难点，需要相当的时间。但请黄老相信，炎黄子孙踏上月球的那一天会来到的。

解放战争中，人民解放军之所以能战胜国民党的根本原因就是共产党在广大农村实行了土地改革，实现了"耕者有其田"这极大地调动了广大农村民众参军参战的积极性，农村包围城市，最后共产党取得了胜利。

（本文）

微博互动

欢迎读者朋友在网上与我们沟通和交流！您感兴趣的话题，您的评文评图，将是我们的工作动力。

《兵器知识》官方微博：weibo.com/bqzs

《兵器知识》主编瞿雁冰微博：weibo.com/qyb2011

试卷高手

HOW SHARP ARE YOU

想让别人相信你是兵器知识的路路通？先别急，来做做下面的考卷，然后你就知道自己是兵器知识的试卷高手，还是撕卷高手了。

一、填空题

1、战术导弹世界上各大军事强国陆军武器中的"撒手锏"，种类多，性能各异，"老中青"新旧搭配。目前拥有此类导弹的国家有(　)多个，有独立研制生产能力的国家有(　)多个。

2、在世界拥有战术导弹的国家中，除了中、美、俄三大国之外，另外其它国家总共拥有大约(　)枚，其中型号最多的是俄制"飞毛腿"及其仿制品，仅北朝鲜就拥有(　)多枚。

3、"飞毛腿"是苏联根据从德国佩内明德导弹试验基地得来的V-2导弹散件(整体V-2已被老美捷足先登弄走)和工程技术人员辅以苏联技术人员的技术交融，后重新设计成功的。"飞毛腿"的直径和总长都比V-2小了不少，射程也短了，但精度却有很大提高，原来V-2的圆周误差为(　)，而"飞毛腿"则提高到(　)。

4、我军的战术导弹研制时间虽然比美苏要晚，但由于我们的起点高，所以还是达到了较高的水平，我国第一型战术导弹出现在(　)上，该型导弹首次采用了(　)等先进技术。

5、我国台湾在战术地地导弹方面也有一些进步，其中"青蜂"近程单级战术导弹已经研制成功多年，并批量装备部队，但这型导弹不是台湾自己独立完成设计制造的，而是仿制美国的(　)战术地地导弹。而美国的这型导弹是在1960年研制成功的，对比现在性能已经落后，所以"青蜂"导弹的圆周误差在(　)以上。还有一点也显示出"青蜂"导弹的落后，因为这型导弹采用(　)，使用维修都很麻烦。

6、印度和巴基斯坦是一对冤家，打过多次惨烈的战争，所以在武器发展方面，也是互不相让，你有我也要有，在战术地地导弹不例外，两国都在外部技术的帮助下，研制了多种战术地地导弹。印度的第一型战术导弹名叫(　)，射程为(　)千米。巴基斯坦的第三型战术导弹起名(　)，射程为(　)千米。2002年印度试射了(　)导弹，射程为(　)千米。

（将本页翻转180°，可见填空题正确答案）

搜天下

苏联红军进军我国东北时使用的T-34/85坦克

哈博



中国『航空之父』冯如的墓碑

粤文



猜三国

上期三国人物谜底：冷苞　、张茂

本期三国人物名谜：

望神州红日灿烂

（谜底为三国人物二）

本期答案

一、填空题

本期答案

①30 20 ②5 900多枚 1 000多 ③5千米 1千米 ④50大庆阅兵式 捷联惯、固体发动机和子母弹技术 ⑤长矛 150米 预储式液体发动机 ⑥大地-Ⅰ 1 500 哈塔夫-Ⅰ 80千米 烈火-Ⅰ 1 000千米

2012年第1期评刊结果

A、你最喜欢哪篇文章：

蟒蛇行动

B、你最想点登的话题：

我军现役武器的改进情况

C、你最喜欢哪幅彩页：

封面

D、你最喜欢哪篇文章的版式：

交会对接1+1=1

2012年第1期热心读者

安徽合肥	段元亮	江苏镇江	何　伟
上海黄浦	麦　束	天津和平	江　南
四川成都	李大华	重庆涪陵	吕　健
广州怡和	刘天定	广东中山	唐天际
河北唐山	江　山	山东烟台	温可望

ORDNANCE KNOWLEDGE

《兵器知识》2012年第3期评刊表

非常感谢您对《兵器知识》的支持，为帮助我们把杂志办得更好，请填写下列项目（可复制）。

来函请寄：北京2431信箱《兵器知识》杂志社读者评刊组（100089）

编辑短信"兵器知识#+英文代码+文章编码或彩页编码+英文代码+文章编码或彩页编码……"（如"兵器知识#A0101"，A代表"你最喜欢哪篇文章"，0101为文章编码），或"兵器知识#+留言"，发送至106691600，只需通信费0.1元/次。

每月遴选10位热心读者，并赠纪念品一份。

姓名：________联系电话：________

通信地址：________

邮编：________电子邮件：________

性别：_____年龄：_____受教育程度：______

A 你最喜欢哪篇文章：

B 你最想点登的话题：

C 你最喜欢哪幅彩页：

D 你最喜欢哪篇文章的版式：



1 第二次国内革命战争时期，红军主力部队在几次大的作战中缴获了数部国民党军队的电台，经过对原国民党军队电台人员的宽大和教育，使他们真心为红军操控使用电台，使之真正成为“千里眼和顺风耳”，为红军历次反围剿作战胜利起了重大作用。无线电台的核心部件真空管则是宝中之宝，以至当时红军的最高领导人要亲自保管真空管，这个领导人是？

A.朱德　B.毛泽东　C.周恩来

2 真空管又叫电子管，就工作原理和作用来分，有二极管和三极管两大类，在以后又有这对“兄弟”的多大同宗弟兄出现，但基本原来并没有改变。真空管的发明来源于美国大发明家爱迪生的关于某项产品的研制试验中，这种产品是爱迪生的哪种发明呢？

A.电话　B.电灯　C.录音机

3 二极管具有矿石机所具有的单向导电性，它的出现虽然在一定程度上改变了发报机的性能，但要进一步增大发射距离和强度，必须有三极管才行，美国发明家德福雷斯特在二极管的阴极和阳极之间加了一段弯曲的金属丝，从而为三极管的发明作了开拓性的工作。我们的问题是这个发明家的父亲是干什么的？

A.科学家　B.牧师　C.官员

4 三极管的发明和投入使用大大提高电台的性能。但千变万化不离其宗，电磁波产生的源泉仍然是LC震荡回路，LC电路输出的微弱交流信号导入三极管的栅极之后，就能在阳极得了一个被放大的若干倍的信号，这个信号通过什么途径发射出去投入使用的？

A. 有线电缆　B.天线　C.光电信标

5 电子管天线电台在第二次世界大战中得到了广泛应用，各参战国都列装了性能不同的收发报机。但这时收发报机差不多都是收发分不开的，这样在使用时就带来了很大不便，到了二战后期才出现了收发合一的电台，这类型的电台的典型型号是？

A.日制94–3　B.94–6　C.94–5

6 英国是科技发展的大国，在军事科技方面自然也不例外。二战时英国出产的WS–38MKⅡ电台性能很不错，产量达数万部，这种机型装有性能更好的五级管，而五级管的外壳也由玻璃改为金属的，提高了牢固性。但这种电台有一个较大的不足，从而限定了它的更大推广使用，这种不足是什么呢？

A.工作时耗电太大　B.天线太高容易暴露目标　C.重量太大

7 二战时德军Torn.Fu.b1步兵电台是希特勒上台以后督促研制的第一种制式电台，这种电台的缺点是比较笨重，一部电台需要由两人背负，一人背收发信机，一人背电池、耳机和麦克风，这样对使用有较大不便，但这种电台有一个很大的优点，这个优点是什么呢？

A.通讯保密性很好　B.天线很短，极易隐蔽　C.省电

8 美军是二战亚欧战场的主力。加之其国内科技水平发展水平很高，所以其生产的军用电台质和量都很大的，SCR–300电台，产量达到5万部以上，广泛应用于海军陆战队。这种电台有一种与其它国家产的同期电台不同的特点，这个特点是什么？

A.通讯距离超长　B.部分频道可与坦克电台兼容　C.在长期浸水的情况下也能用

9 真空电子管的研制成功为现代无线电通讯打开了一条广阔的道路，极大地促进了当时军用及民用通讯事业的发展。但是由于技术条件的限制，这种真空管的电台有一个很大的局限性，您知道是什么吗？

A.造价昂贵　B.不适于高频率使用　C.体积过于庞大

10 真空管虽然有一些在上世纪中期时难以克服的毛病，但仍使用了很长一段时间，甚至空海军等当时的尖端武器上也在应用。但由于其寿命有限，很难长期安全稳定运行。往往需要频繁更换，某一型在上世纪六十年代很先进的两倍音速歼击机，一次大修就要换掉机上60%的真空管，这种娇贵的飞机是什么飞机呢？

A.F–4鬼怪　B.MG–21鱼窝　C.F–105雷公

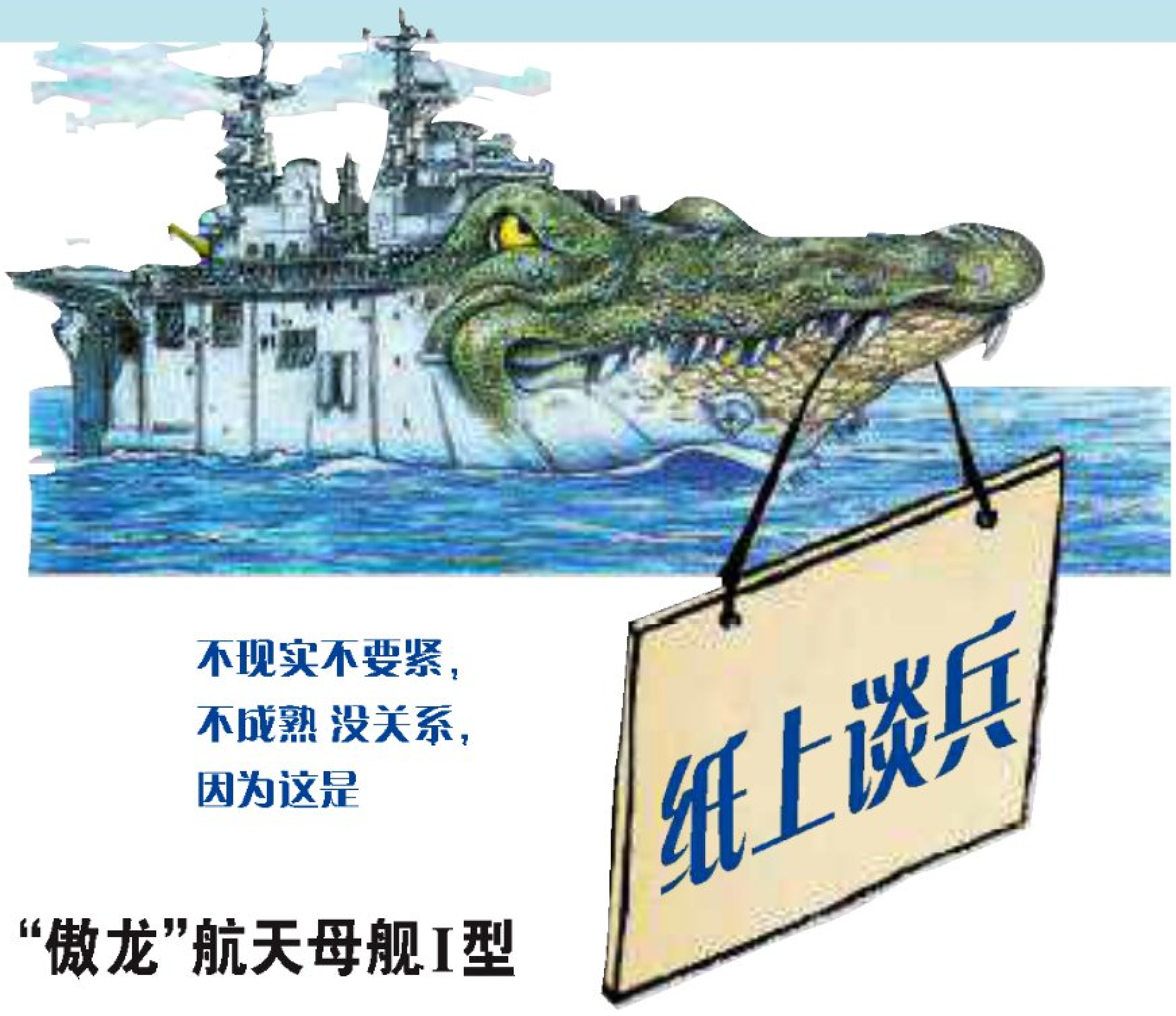
上期军迷堂答案

1.A　2.B　3.C　4.A　5.B　6.C　7.A　8.B　9.B　10.C

本期获奖读者为山东青岛180····4782、上海136····9548。请两位朋友于2012年2月20日前与杂志社（13693316275）联系，以领取您的纪念品。

我们的交流平台是106691600。编辑短信“兵器知识#01+你的答案”，如“兵器知识#01ABCBBACBAC”联通发送至106691600；移动发送至10666123。通信费0.1元/次。

每月我们将从短信竞答全部正确的读者中，抽取2名读者，各奖励价值200元的进口锌合金苏–27战斗机模型一个。欢迎广大读者朋友踊跃参加！



不现实不要紧，
不成熟 没关系，
因为这是

“傲龙”航天母舰I型

海口 张宇



导弹发射井：150个

炮塔：舰首×4 左舷×2 右舷×2 舰尾×6 雷达室×2 舰长室×4

炮塔型号：2管光束炮

电子系统：防护网系统 雷达告警与干扰系统 卫星通信系统 导航系统 先进作战指挥系统，导弹防御系统 空、陆军战术指挥系统，整体系统。

概念：本图武器结合飞机、航空母舰、空天飞机于一身，本武器的理念先进50–100年。

舰长：4 772米

舰宽：750米

标准/满载量：1 728万吨/2 600万吨

巡航/最大速度：3 672/6 000千米/小时

最大速度：光速 30万千米/秒

飞行甲板（长/宽）：2 200/100米

动力装置4座核反应堆 12座应急发电机 4座等离子发动机

人员：31 840/登陆仓载重728万吨

载机数：2 000架（各种飞机）

专家点评

张宇读者的设计果然是极具超前意识的。“傲龙”航天母舰以2 600万吨的庞大吨位，能光速飞行，这一点连UFO上的外星人都做不到，而绝不是先进50~100年的问题。张宇朋友的这种“天马行空，独往独来”的发散性思维方式和大胆到了极限的想像让我们叹为观止，深为佩服。尽管“傲龙”的高指标在人类可预知的时间里也做不到，但其中的宇宙飞船用核反应堆、等离子发动机、光束炮及雷达告警、干扰、卫星通讯导航等都是目前人类正在积极研制试验或早已投入使用的高技术，换句话说在“傲龙”航天母舰这个庞大的系统工程中的某些子系统还是有相当可行性的，是可以研制成功的，从这一点出发，我们应该给“傲龙”一个积极的肯定和赞许。

欢迎广大读者朋友踊跃投稿，稿件通过邮寄或发电子邮件均可。我们的邮箱是：bqzszstb@126.com

兵器画




太原 小焦



山东 老桂

兵迷喜欢兵器，兵迷也喜欢画画，兵迷画画就喜欢画兵器，于是就有了兵器画。每月奉上两幅佳作，欢迎朋友们踊跃投稿——你的画场你做主！





美国空军实弹演习

U.S. Air Force Exercises

美国空军790导弹保安中队的士兵在沃伦空军基地进行实弹演习。士兵头戴AN/PVS-7D双目夜视眼镜，M4卡宾枪上装有红外激光指示器和红点瞄准镜。 [彩页编码 0360]



法军NH90 TTH战术运输直升机

The NH90 Tactical Transport Helicopter for the French Army Aviation

[彩页编码 0361]


不设限随手翻阅，
总有一本是你喜欢的。
读览天下网，
创造阅读新生活！
海量内容：数万本数字原版杂志、图书，任君选择
方便查找：站内搜索杂志或图书名称，信息即时呈现
购买方便：支持支付宝、拉卡拉、网银、手机等多种支付方式购买
无界阅读：适配于PC、iPad、iPhone、Kindle、乐Phone、Android系统等多终端阅读
汇集全球资讯，瞬间掌握世界，读览天下让数字阅读生活变得更精彩！
了解更多详情，请登录 www.dooland.com 查阅
读览天下
www.dooland.com
客服电话：400 606 9800
广州：广州市天河区龙怡路117号银汇大厦23层
北京：北京市海淀区中关村大街甲59号文化大厦1107C
电话：010-62515166/5766 传真：010-62515966
读览天下礼品卡请致电：010-62515166-8003

中国“飞豹”战机机载武器

China FBC-1 Fighter Bomber

[彩页编码 0362]

摄影 / 汪汉宗




随刊附赠【非卖品】
2012年3期
兵器知识

俄罗斯BTR-82装甲输送车

Russia BTR-82 Armoured Combat Vehicle




随刊附赠【非卖品】
2012年3期
兵器知识



携带“海尔法”导弹的“捕食者”无人机

Armed Predator UAV

[彩页编码 0353]

“捕食者”是美国通用原子公司在其“纳蚊”750无人机的基础上为美国空军研制的中空长航时无人机，主要用于小区域或山谷地区的侦察监视工作，可为特种部队提供详细的战场情报。后来美国空军为该机增加了激光瞄准器和“海尔法”导弹发射能力，使其具有了对地攻击能力。

99.

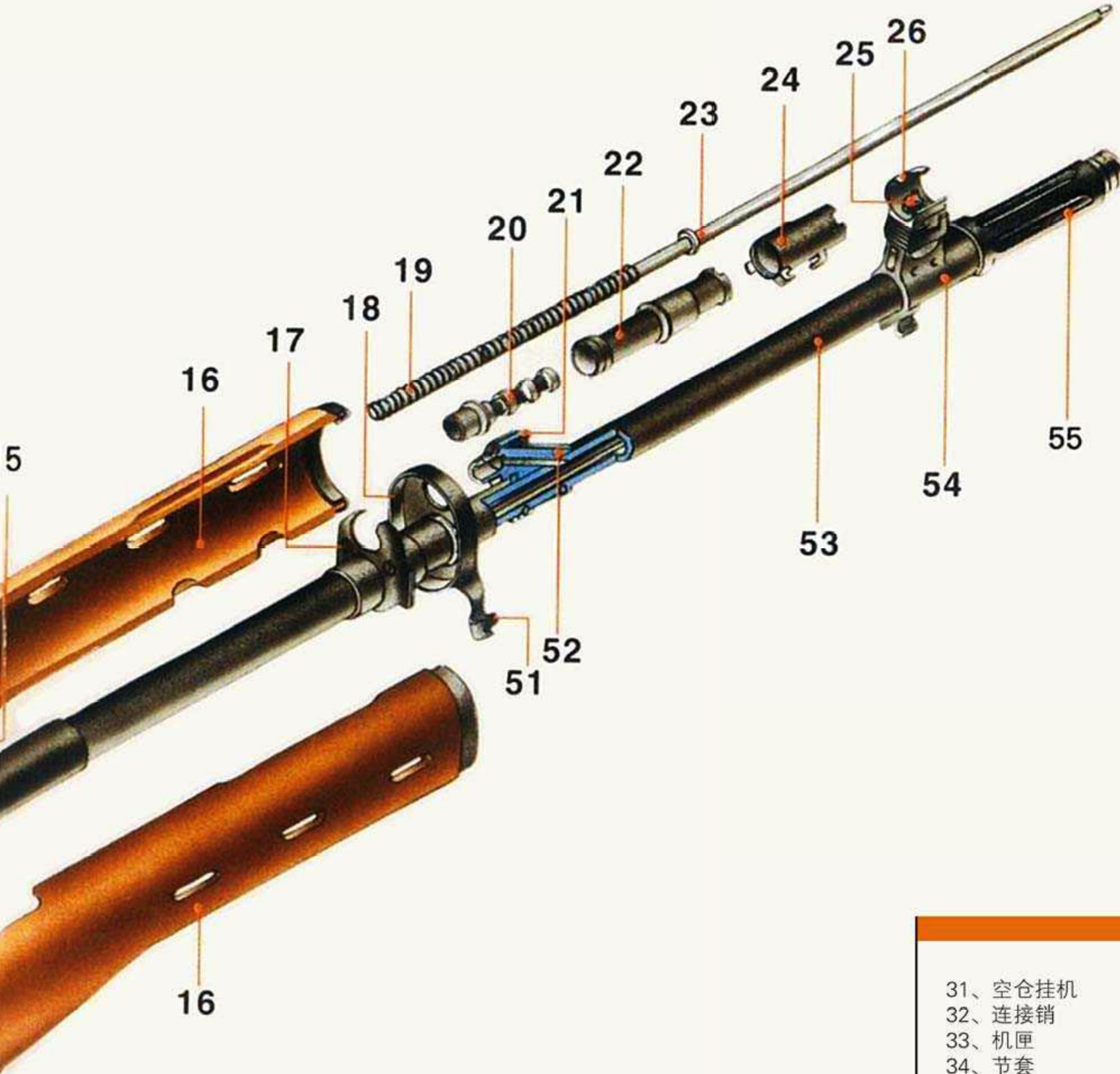


俄罗斯SVD狙击步枪

Russian SVD Sniper Rifle [彩页编码 0354]

1、复进机座
2、复进簧导杆
3、机匣盖
4、复进簧
5、前复进簧
6、枪机框
7、击针
8、枪机
9、击针销
10、拉壳钩
11、拉壳钩簧
12、拉壳钩轴
13、表尺
14、表尺板
15、表尺座







16、护木
17、护木支撑环
18、护木卡环
19、推杆簧
20、导气活塞
21、导气箍
22、结合管
23、推杆
24、气体调节器
25、准星
26、准星护圈
27、枪托底板
28、枪托
29、固定栓
30、抛壳突起

31、空仓挂机
32、连接销
33、机匣
34、节套
35、轴
36、扳机簧
37、保险
38、击发机座
39、扳机拉杆
40、击发阻铁
41、不到位保险
42、弹匣卡笋
43、扳机
44、击锤簧
45、击锤
46、托弹板
47、观察孔
48、托弹簧
49、弹匣盖
50、弹匣体
51、卡环固定栓
52、导气孔
53、准星座
54、导气箍
55、消焰器



读览天下网，
创造阅读新生活!

海量内容：数万本数字原版杂志、图书，任君选择

方便查找：站内搜索杂志或图书名称，信息即时呈现

购买方便：支持支付宝、拉卡拉、网银、手机等多种支付方式购买

无界阅读：适配于PC、iPad、iPhone、Kindle、乐Phone、Android系统等多终端阅读

汇集全球资讯，瞬间掌握世界，读览天下让数字阅读生活变得更精彩！

读览天下
www.dooland.com

▶ *了解更多详情，请登录 **www.dooland.com** 查阅*

客服电话：400 606 9800
广州：广州市天河区龙怡路117号银汇大厦23层
北京：北京市海淀区中关村大街甲59号文化大厦1107C
电话：010-62515166/5766 传真：010-62515966

读览天下礼品卡请致电：010-62515166-8003

杂志惠
www.zazhihui.cc

